



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Rehabilitación energética de un hotel ubicado en Logroño

Autor/es

TATIANA BOZALONGO RODRÍGUEZ

Director/es

CÉSAR GARCÍA LOZANO

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2016-17



Rehabilitación energética de un hotel ubicado en Logroño, de TATIANA
BOZALONGO RODRÍGUEZ

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.
Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: 2016/2017

CONVOCATORIA: JULIO

TÍTULO:

Rehabilitación energética de un hotel ubicado en Logroño

AUTOR: Tatiana Bozalongo Rodríguez

DIRECTOR/ES: Cesar García Lozano

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

RESUMEN

El presente estudio se centra en la rehabilitación energética de un hotel ubicado en Logroño.

En una primera parte, se evalúa la situación actual del edificio. Éste primer análisis se ocupa de la tecnología existente: características y procesos. Mediante el programa CYPECAD MEP se estudia el cumplimiento de la normativa vigente de limitación de la demanda energética. Además, se analizan diferentes propuestas de mejora de los elementos constructivos, que lleven a cumplir dicha normativa y reduciendo así las cargas térmicas del edificio. Con este mismo programa se calculan las instalaciones de salubridad donde se incluyen: la protección frente a la humedad, suministro y evacuación de aguas. También se evalúa la instalación de climatización con el previo estudio de las cargas térmicas. Una vez analizadas las instalaciones actuales del edificio se estudia la implantación de un sistema de apoyo solar para el agua caliente sanitaria mediante captadores térmicos.

Por otro lado, también se han calculado: las instalaciones de recogida y evacuación de residuos; la calidad del aire interior; y evacuación de aguas.

En una segunda parte, tras haber seleccionado la propuesta más adecuada de mejora de los elementos constructivos, se analizan los datos de los consumos de los últimos trece años. Con estos datos, se obtienen las necesidades a cubrir por las diferentes propuestas de tecnología.

A continuación, se realizan propuestas con tecnología de cogeneración, que incluye micro turbinas de gas y motores alternativos de combustión interna. A su vez, con el objetivo de elegir la propuesta más adecuada, se analizan: los gastos de las alternativas; los consumos de energía final; la energía primaria; y las emisiones. Posteriormente, con la propuesta de cogeneración elegida se realiza la implantación de un sistema de trigeneración cubriendo las necesidades de refrigeración del edificio.

Finalmente, de cara a un edificio más sostenible, se estudia la implantación de posibles propuestas de tecnologías con energías renovables. Se llega a la conclusión de que debido al tipo de edificio y a su ubicación, las propuestas con más cabida son: la biomasa y la fotovoltaica.

Para concluir, el presente estudio propone reemplazar la caldera actual del edificio por una caldera de biomasa, tanto para la situación actual como para la propuesta de mejora de la envolvente. Esto se lleva a cabo mediante la comparación de: los gastos; los consumos de energía final; la energía primaria; y las emisiones entre la caldera actual y la caldera biomasa. Además, se contempla la implantación de paneles solares fotovoltaicos en el edificio. Esto favorecerá para la obtención de energía eléctrica en función de la disposición del edificio y de la superficie disponible.

ABSTRACT

The present study focuses on the energy rehabilitation of a hotel located in Logroño.

In the first part, the current situation of the building is evaluated. This first analysis deals with the existing technology: characteristics and processes. By means of CYPECAD MEP program we comply with current energy limitation regulations by analyzing different proposals for the improvement of the building elements. This proposals will lead to compliance with these regulations and thus to the reduction the thermal loads of the building. This program also calculates the health facilities where they include: protection against moisture, supply and evacuation of water. The installation of air conditioning is also evaluated with the previous study of the thermal loads. After analyzing the current facilities of the building, the implementation of a solar support system for hot water by means of thermal sensors is studied.

On the other hand, there have also been calculated: the facilities of collection and evacuation of waste; the indoor air quality; and the water evacuation.

In the second part, after having selected the most appropriate proposal for improvement of the constructive elements, the consumption data of the last thirteen years is analyzed. With this data, the needs to be covered by the different technology proposals are obtained.

Thereupon, different proposals are made on the basis of cogeneration technology, which includes micro gas turbines and reciprocating internal combustion engines. In turn, with the objective of choosing the most appropriate proposal there are analyzed: the expenses of the alternatives; the final energy consumptions; the primary energy; and the emissions. Subsequently, by means of the chosen cogeneration proposal, the implementation of a trigeneration system is fulfilled, covering the refrigeration needs of the building.

Finally, with regard to a more sustainable building, the implementation of possible proposals for renewable energy technologies is studied. It is determined that due to the type of building and its location, the most suitable proposals are: biomass and photovoltaic.

To conclude, the present study proposes to replace the current boiler of the building by a biomass boiler, both for the current situation and for the proposed improvement of the enclosure. This is done by means of comparing: the expenses; the final energy consumption; the primary energy; and the emissions between the current boiler and the biomass boiler. In addition, the implantation of photovoltaic solar panels in the building is contemplated. This will favor the procurement of electrical energy depending on the layout of the building and the available surface.

ÍNDICE GENERAL

I.	MEMORIA	5
II.	ANEXOS	83
	II.I ANEXO I. TECNOLOGÍA ACTUAL	83
	II.II ANEXO II. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE 1: LIMITACIÓN DEMANDA ENERGÉTICA MEDIANTE CYPECAD MEP	95
	II.III ANEXO III. PROPUESTA DE MEJORA DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS MEDIANTE CYPECAD MEP	128
	II.IV ANEXO IV. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 1: PROTECCIÓN FRENTA A LA HUMEDAD MEDIANTE CYPECAD MEP	141
	II.V ANEXO V. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 4: SUMINISTRO DE AGUA MEDIANTE CYPECAD MEP	154
	II.VI ANEXO VI. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 5: EVACUACIÓN DE AGUAS MEDIANTE CYPE CAD MEP	161
	II.VII ANEXO VII. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE 4: INSTALACIÓN DE ENERGIA SOLAR TERMICA MEDIANTE CYPECAD MEP	178
	II.VIII ANEXO VIII. CARGAS TERMICAS SITUACION ACTUAL Y PROPUESTA DE MEJORA DE ELEMENTOS CONTRUCTIVOS MEDIANTE CYPECAD MEP	192
	II.IX ANEXO IX. CÁLCULO INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN MEDIANTE CYPECAD MEP	202
	II.X ANEXO X. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 2: RECOGIDA Y EVACUACION DE RESIDUOS	221
	II.XI ANEXO XI. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 3: CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	221
	II.XII ANEXO XII. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 5 EVACUACIÓN DE AGUAS	228
III.	PLANOS	239

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

MEMORIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Introducción	13
2. Alcance	13
3. Software utilizado	13
4. Definiciones y abreviaturas	13
5. Datos de partida	14
5.1. Localización	14
5.2. Descripción del edificio	14
5.2.1. Distribución	14
5.3. Descripción de materiales y elementos constructivos	19
5.3.1. Sistema envolvente	19
5.3.2. Fachadas	20
5.3.3. Cubierta	22
5.3.4. Sistema de compartimentación	24
5.3.5. Materiales	25
5.4. Instalaciones mecánicas actuales	26
5.4.1. Instalación de ventilación	26
5.4.2. Instalación suministro de agua	26
5.4.3. Instalación de calefacción	26
5.4.4. Instalación de refrigeración	26
5.4.5. Instalación de evacuación de aguas	27
5.4.6. Consumos	27
5.4.7. Tecnología actual	36
6. Instalaciones mecánicas del edificio mediante CYPECAP MEP	38
6.1. Estudio térmico	38
6.1.1. Datos del emplazamiento	38
6.1.2. Definición de los recintos	38
6.1.3. Zonas térmicas y unidades de uso	39
6.1.4. Resultados del cálculo de demanda energética	40
6.1.5. Mejora de los elementos constructivos y materiales del edificio	40
6.2. Instalación de salubridad	45
6.2.1. Protección frente a la humedad	45
6.2.2. Instalación suministro de agua	46
6.2.3. Instalación de evacuación de aguas	49

6.2.4. Resultados obtenidos.....	52
6.3. Instalación de energía solar térmica mediante CYPECAD MEP.....	52
6.3.1. Elementos que componen la instalación de energía solar	52
6.3.2. Trazado de la instalación.....	53
6.3.3. Resultados	53
6.4. Instalación de climatización.....	54
6.4.1. Conjunto de recintos	54
6.4.2. Cargas térmicas.....	54
6.4.3. Introducción de la instalación	54
6.4.3.3. Fan coils de techo con sistema de dos tubos.....	55
6.4.4. Resultados obtenidos.....	55
7. Cálculo manual de las instalaciones mecánicas actuales.....	55
7.1. Recogida y evacuación de residuos	55
7.2. Calidad del aire interior	56
7.3. Evacuación de aguas.....	56
8. Cogeneración y trigeneración.....	56
8.1. Cogeneración	56
8.1.1. La cogeneración en el Mundo y en Europa.	56
8.1.2. La cogeneración en España	57
8.1.3. Elementos de una planta de cogeneración	57
8.1.4. Cogeneración con turbina de vapor.....	57
8.1.5. Cogeneración con turbina de gas	59
8.1.6. Cogeneración con ciclo combinado de turbina de gas y vapor.....	59
8.1.7. Cogeneración con motores alternativos de combustión interna.....	59
8.2. Propuestas cogeneración.....	60
8.2.1. Venta energía eléctrica	60
8.2.2. Micro turbinas Capstone	61
8.2.3. Motores alternativos de combustión interna	65
8.2.4. Comparativa de propuestas y elección	69
8.3. Trigeneración	70
8.3.1. Propuesta trigeneración	70
9. Energías renovables	74
9.1. Biomasa	74
9.1.1. Ventajas de la energía procedente de la biomasa.....	74

9.1.2. Desventajas de la biomasa.....	74
9.1.3. Propuestas.....	74
9.2. Geotermia.....	79
9.2.1. Ventajas de la energía geotérmica	79
9.2.2. Desventajas de la energía geotermal	79
9.2.3. Conclusiones.....	79
9.3. Energía solar	80
9.3.1. Ventajas de la energía solar	80
9.3.2. Desventajas de la Energía Solar.....	80
9.3.3. Propuesta	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Distribución planta sótano.....	15
Tabla 2.	Distribución planta baja.	16
Tabla 3.	Distribución entreplanta.	16
Tabla 4.	Distribución pisos 1-8.	17
Tabla 5.	Distribución bajo cubierta.	18
Tabla 6.	Superficie útil total del edificio.	18
Tabla 7.	Puertas cortafuegos de una hoja en la fachada.	20
Tabla 8.	Puertas cortafuegos de una hoja.	24
Tabla 9.	Puertas cortafuegos de dos hojas.	24
Tabla 10.	Capas de materiales y sus características.	25
Tabla 11.	Datos de los consumos 2003-2016.	27
Tabla 12.	Consumo de los periodos de la energía activa 2003-2016.	28
Tabla 13.	% de ocupaciones máximas, mínimas y medias 2003-2016.....	30
Tabla 14.	Consumo de litros de gasóleo por estancia para A.C.S.....	31
Tabla 15.	Consumo medio de litros de gasóleo por estancia para A.C.S	31
Tabla 16.	Consumo de litros de gasoil para A.C.S y calefacción.	31
Tabla 17.	Consumo medio de litros de gasóleo por estancia para calefacción.	32
Tabla 18.	Conversión litros de gasóleo a kWh.	32
Tabla 19.	Demandas anuales de calefacción y A.C.S.	32
Tabla 20.	Demanda de energía eléctrica para elementos auxiliares.	33
Tabla 21.	Demanda de energía eléctrica para refrigeración y elementos auxiliares.	34
Tabla 22.	Demanda de energía eléctrica por estancia para refrigeración.	34

Tabla 23.	Demandas anuales de refrigeración y elemento auxiliares.....	34
Tabla 24.	Necesidades anuales.....	35
Tabla 25.	Características caldera SADECA.	36
Tabla 26.	Gastos anuales para la tecnología actual.....	37
Tabla 27.	Factores de paso de energía primaria y emisiones para la tecnología actual.....	37
Tabla 28.	Datos conversiones de unidades.	37
Tabla 29.	Consumos de energía primaria y emisiones de CO ₂ para la tecnología actual.	37
Tabla 30.	Temperaturas para el cálculo del estudio térmico con CYPECAD MEP.....	38
Tabla 31.	Temperaturas del agua fría de red con CYPECAD MEP.....	38
Tabla 32.	Elementos de consumo para la planta baja.....	48
Tabla 33.	Elementos de consumo para los pisos 1-8.....	48
Tabla 34.	Elementos de consumo para la bajo cubierta.....	48
Tabla 35.	Aparatos sanitarios para la planta baja.....	50
Tabla 36.	Aparatos sanitarios para los pisos 1-8.....	50
Tabla 37.	Aparatos sanitarios para la bajo cubierta.....	50
Tabla 38.	Intensidad pluviométrica i (mm/h).....	51
Tabla 39.	Tabla comparativa motores de compresión y motores de explosión.	60
Tabla 40.	Tarifas y primas para las instalaciones de cogeneración.....	60
Tabla 41.	Características micro turbina Capstone C30.	61
Tabla 42.	Características de la propuesta Capstone C30.	61
Tabla 43.	Gastos propuesta Capstone C30.	62
Tabla 44.	Tecnología actual vs Capstone C30.....	62
Tabla 45.	Factores de paso energía primaria y emisiones para las propuestas de cogeneración y trigeneración.	62
Tabla 46.	Datos de conversiones de unidades.....	62
Tabla 47.	Consumo energía final y primaria Capstone C30.	63
Tabla 48.	Emisiones Capstone C30.....	63
Tabla 49.	Ahorro de emisiones eléctricas propuesta Capstone C30.....	63
Tabla 50.	Características micro turbina Capstone C65.	63
Tabla 51.	Características de la propuesta Capstone C65.	63
Tabla 52.	Gastos propuesta Capstone C65.	63
Tabla 53.	Tecnología actual vs Capstone C65.	64
Tabla 54.	Consumo energía final y primaria Capstone C65.	64
Tabla 55.	Emisiones Capstone C65.....	64

Tabla 56.	Ahorro de emisiones eléctricas propuesta Capstone C65.....	65
Tabla 57.	Características MACI SmartBlock 33.....	65
Tabla 58.	Características de la propuesta SmartBlock 33.	65
Tabla 59.	Gastos propuesta SmartBlock 33.....	66
Tabla 60.	Tecnología actual vs SmartBlock 33.	66
Tabla 61.	Consumo energía final y primaria SmartBlock 33.	66
Tabla 62.	Emisiones SmartBlock 33.	66
Tabla 63.	Ahorro de emisiones eléctricas propuesta SmartBlock 33.	67
Tabla 64.	Características MACI KWE 30 G.	67
Tabla 65.	Características de la propuesta KWE 30G.	67
Tabla 66.	Gastos propuesta KWE 30G.....	67
Tabla 67.	Tecnología actual vs KWE 30G.	67
Tabla 68.	Consumo energía final y primaria KWE 30G.	68
Tabla 69.	Emisiones KWE 30G.....	68
Tabla 70.	Ahorro de emisiones eléctricas propuesta KWE 30G.....	68
Tabla 71.	Consumos de energía final, primaria y emisiones de CO ₂ para las propuestas de cogeneración.	69
Tabla 72.	Emisiones y balances de las propuestas de cogeneración.	69
Tabla 73.	Ahorro en consumos de energía final, energía primaria y emisiones eléctricas.	69
Tabla 74.	Necesidades del edificio.....	71
Tabla 75.	Características micro turbina trigeneración.....	71
Tabla 76.	Características Yakazi WFC-SC 10.....	71
Tabla 77.	Característica propuesta trigeneración.	72
Tabla 78.	Gastos propuesta KWE 30G.....	72
Tabla 79.	Tecnología actual vs KWE 30G.	72
Tabla 80.	Amortización económica trigeneración.	72
Tabla 81.	Consumo energía final y primaria trigeneración.	73
Tabla 82.	Emisiones trigeneración.	73
Tabla 83.	Ahorro de emisiones eléctricas propuesta trigeneración.....	73
Tabla 84.	Comparativa cogeneración y trigeneración son SmartBlock 33.....	73
Tabla 85.	Cargas térmicas para la situación actual y la propuesta de mejora.	74
Tabla 86.	Características caldera de biomasa para la situación actual	75
Tabla 87.	Características de la propuesta SmartBlock 33.	76
Tabla 88.	Gastos propuesta SmartBlock 33.	76

Tabla 89.	Tecnología actual vs SmartBlock 33.	76
Tabla 90.	Características biomasa situación actual.	77
Tabla 91.	Características caldera biomasa propuesta de mejora.....	77
Tabla 92.	Características de la propuesta SmartBlock 33.....	78
Tabla 93.	Gastos propuesta SmartBlock 33.	78
Tabla 94.	Tecnología actual vs SmartBlock 33.	78
Tabla 95.	Características biomasa situación actual.	78
Tabla 96.	Energía eléctrica producida por los paneles solares.....	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Losa de cimentación.....	19
Ilustración 2.	Muro en contacto con el terreno.....	20
Ilustración 3.	Fachada revestida con mortero mono capa.	20
Ilustración 4.	Parte maciza azotea.....	23
Ilustración 5.	Parte maciza tejado.	23
Ilustración 6.	Tabique de una hoja con revestimiento.....	24
Ilustración 7.	Forjado unidireccional.....	24
Ilustración 8.	Consumo de los periodos de la energía activa 2003-2016.	28
Ilustración 9.	Consumo de agua en función del número de estancias.	29
Ilustración 10.	Consumo de gasóleo en función del número de estancias.	29
Ilustración 11.	Consumo de energía activa en función del número de estancias.....	29
Ilustración 12.	% de ocupaciones máximas, mínimas y medias 2003-2016.	30
Ilustración 13.	Demandas anuales de calefacción y A.C.S.....	32
Ilustración 14.	Demandas anuales de calefacción y A.C.S ordenadas de mayor a menor. 33	
Ilustración 15.	Demandas anuales de elementos auxiliares y refrigeración.	35
Ilustración 16.	Demandas anuales de elementos auxiliares y refrigeración ordenados de mayor a menor.	35
Ilustración 17.	Demandas anuales del edificio.	36
Ilustración 18.	Demandas anuales del edificio ordenadas de mayor a menor.....	36
Ilustración 19.	Fachada ventilada con placas cerámicas.	41
Ilustración 20.	Fachada ventilada con placas compactas de minerales polímeros.....	41
Ilustración 21.	Fachada ventilada cara vista de dos hojas de fábrica.....	42
Ilustración 22.	Tabique de dos hojas con revestimiento.....	42
Ilustración 23.	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior sistema ‘ETICS’.....	43

Ilustración 24. Tabique de dos hojas con trasdosado en ambas caras.	43
Ilustración 25. Tabique de una hoja con trasdosado a ambas caras.	44
Ilustración 26. Mapa de isoyetas y zonas pluviales.	51
Ilustración 27. Esquema turbina de vapor	58
Ilustración 28. Esquema turbina de gas	59
Ilustración 29. Tecnología actual vs Capstone C30.	62
Ilustración 30. Tecnología actual vs Capstone C65.	64
Ilustración 31. Tecnología actual vs SmartBlock 33.	66
Ilustración 32. Tecnología actual vs KWE 30G.	68
Ilustración 33. Esquema funcionamiento propuesta de trigeneración.	71
Ilustración 34. Consumos energía final, primaria y emisiones para la tecnología actual y la propuesta de mejora.	73
Ilustración 35. Caldera biomasa Firematic 499.	75
Ilustración 36. Sistema alimentación.....	75
Ilustración 37. Sistema de almacenaje.....	76
Ilustración 38. Caldera biomasa Firematic 301.	77

1. Introducción

El turismo forma parte de los principales motores de la economía española. En los últimos años el turismo ha sufrido un continuo crecimiento.

Hay que tener en cuenta el impacto que este genera en el medio ambiente, dado que si el turismo sigue creciendo también lo hará el impacto que produce.

Los hoteles son una parte muy importante del turismo, muchas empresas han aplicado medidas de eficiencia energética, utilización de energías renovables y debido a estas medidas han reducido sus gastos.

En este ámbito hay que adaptar los edificios existentes y sus instalaciones al marco normativo vigente actual, entre los cuales los principales son el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

En el presente estudio se analiza el cumplimiento del código técnico de la edificación de la limitación de la demanda energética, las instalaciones actuales de salubridad y climatización del edificio. También se propone una instalación de apoyo solar para A.C.S.

Además, se realizan diversas propuestas de mejora de los elementos constructivos y con los datos de los consumos para la última década se evalúan propuestas de mejora tecnología de cogeneración, trigeneración y energías renovables. Cabe destacar que el edificio nunca ha sufrido una reforma.

2. Alcance

El alcance de este estudio abarca las instalaciones del edificio (tecnología actual, suministro y climatización), las cuales se van a analizar, calcular y realizar el cumplimiento de las normativas correspondientes. También se van a proponer alternativas de tecnología actual.

El alcance también abarca la arquitectura del edificio la cual se va a evaluar y realizar propuestas de mejora.

3. Software utilizado

- CYPE CAD MEP: Software para el diseño y dimensionado de la envolvente, la distribución y las instalaciones del edificio sobre un modelo 3D integrado con los distintos elementos del edificio.
- AUTOCAD: Software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D.
- CYPELEC REBT: Software para el cálculo de instalaciones eléctricos en baja tensión según el Reglamento Electrónico para Baja Tensión.

4. Definiciones y abreviaturas

- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- DB-HE: Documento Básico Ahorro de Energía.
- RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.
- A.C.S: Agua Caliente Sanitaria.
- EP: energía primaria
- EF: energía final.
- GLP: Gas licuado del petróleo.
- MACI: Motor alternativo de combustión interna.
- tCO₂: Toneladas de dióxido de carbono.
- CEF: consumo de energía final.
- CEP: consumo de energía primario.
- IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.

5. Datos de partida

5.1. Localización

El hotel objeto de estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Logroño (Provincia de La Rioja) en la calle Breton de los Herreros nº 29.

Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

- Altitud: 384 metros sobre el nivel del mar.
- Latitud: 42°27'54.5"N.
- Longitud: 2°26'58.5"W.

5.2. Descripción del edificio

A continuación, se muestran algunas características generales del hotel:

- El proyecto comenzó en 1975 y las obras terminaron en 1980.
- Superficie útil total: 3819,22 m².
- El hotel cuenta con un total de 12 plantas, cada planta mide 3 metros de altura por lo que el edificio tiene una altura total de 36 metros, tres de estos metros se encuentran bajo tierra correspondientes a la planta sótano.
- El edificio está dotado de dos ascensores y de un montacargas.
- Los pasillos del hotel tienen una anchura de 1,6 metros.
- Las escaleras tienen anchuras de más de 1,7 metros en el arranque y 1,5 metros en el resto.
- El edificio cuenta con un total de 78 habitaciones lo que equivale a una capacidad máxima de 190 huéspedes.
- Linderos:
 - o Norte: 12,6 metros con facha a la calle Breton de los Herreros.
 - o Sur: 15,35 metros con medianera al edificio de viviendas de la calle Avenida de Portugal nº26.
 - o Este: 35,85 metros con medianera al edificio de viviendas de la calle Breton de los Herreros nº27.
 - o Oeste: 39,24 metros con medianera al edificio de viviendas de la calle Breton de los Herreros nº31.

5.2.1. Distribución

El hotel está formado por 11 plantas en total:

- Sótano.
- Planta baja.
- Entre planta.
- Ocho plantas de habitaciones.
- Bajo cubierta.

Todas las plantas de habitaciones cuentan con 9 habitaciones menos la planta bajo cubierta que cuenta con 6 habitaciones haciendo un total de 78 habitaciones.

5.2.1.1. Planta sótano

El sótano en su mayor parte se destinada a garaje. Ocupa la totalidad del solar y se encuentra a menos tres metros respecto al nivel de acera. Se destina a garaje, depósito de fuel oil, bajo rampa de acceso, almacén general y de dependencia para centralización de instalaciones de iluminación, calefacción y aire acondicionado.

5.2.1.2. Planta baja

Se destina a vestíbulo de acceso principal, recepción y conserjería del hotel, acceso independiente para la cafetería-bar, acceso de personal y equipaje, puente y rampa de acceso a vehículos.

5.2.1.3. Entreplanta

Se destina a salón social, salón bar, cocina-oficio y aseos de planta.

5.2.1.4. Planta de piso 1-8

Estas plantas se destinan a habitaciones. En cada planta hay 9 habitaciones menos en la planta bajo cubierta en cual hay 6 habitaciones que hacen un total de 78 habitaciones. Cada habitación tiene baño completo independiente, vestíbulo de acceso y armarios empotrados.

5.2.1.5. Bajo cubierta

Se destina a servicios generales del hotel como lavado, planchado, almacenes de ropa limpia y sucia, comedor-estar vestuarios y aseos del personal. También dispone de una terraza destinada para el tendedero de la ropa.

5.2.1.6. Sobreático

Se encuentra el casetón de maquinaria del montacargas que ocupa una superficie de 17,84 m².

5.2.1.7. Superficies útiles

5.2.1.7.1. Planta sótano

PLANTA SOTANO	Área (m ²)
Cámara Frigorífica 1	6,8
Cámara Frigorífica 2	7,72
Cuarto de la ropa sucia	13,45
Rampa de acceso a la calle	23,53
Informática	15,17
Distribuidor-2	13,45
Cuarto-1	3,43
Ascensor-2	2,45
Ascensor-1	2,58
Hall ascensores	7,67
Cuarto-2	6,73
Distribuidor-1	18,09
Escalera de servicio	4,09
Montacargas	3,08
Cuarto-2	3,02
Taller mantenimiento	15,74
Maquinaria AA.CC	11,87
Transformador	17,8
Sala Calderas	34,52
Depósito de Fuel-oíl	26,4
Área total (m ²)	237,59

Tabla 1. Distribución planta sótano.

5.2.1.7.2. Planta baja

PLANTA BAJA	Área (m ²)
Salón comedor.	84,09
Acceso entreplanta	6,67
Zona de bar	60,74
Aseo adaptado	4,98
Aseo femenino	2,81
Aseo masculino	2,81
Cocina	36,48
Distribuidor	39,95
Acceso plantas	12,06
Paso	5,14
Escalera de servicio	4,53
Ascensor 1	2,58
Ascensor 2	2,58
Montacargas	3,08
Cuarto de limpieza 1	1,06
Cuarto de limpieza 2	1,06
Despacho	9,66
Rampa garaje	20,03
Recepción	45,08
Hall	8,45
Área total (m ²)	353,84

Tabla 2. Distribución planta baja.

5.2.1.7.3. Entreplanta

ENTREPLANTA	Área (m ²)
Sala de reuniones	119,93
Acceso entreplanta	7,32
Almacén bebidas 1	12,71
Almacén bebidas 2	11,73
Oficio	3,9
Distribuidor	11,58
Acceso plantas	14,69
Hall ascensores	17,15
Salón comedor	86,79
Montacargas	3,08
Ascensor 1	2,58
Ascensor 2	2,49
Escalera de servicio	5,12
Paso	12,11
Área total (m ²)	311,18

Tabla 3. Distribución entreplanta.

5.2.1.7.4. Pisos 1-8

PISOS 1-8	Área (m ²)
Hab-01	18,82
Baño-01	5,91
Recibidor-01	2,92
Hab-02	17,65
Baño-02	5,88
Recibidor-02	2,92
Hab-03	16,47
Baño-03	5,88
Recibidor-03	2,92
Hab-04	17,73
Baño-04	5,88
Recibidor-04	2,92
Habitación-05	16,75
Baño-05	5,7
Recibidor-05	2,91
Habitación-06	15,78
Baño-06	4,41
Recibidor-06	2,92
Habitación-07	15,6
Baño-07	4,41
Recibidor-07	2,94
Habitación-08	16,45
Baño-08	5,41
Recibidor-08	3,03
Hab-09	10,9
Baño-09	3,56
Distribuidor-01	46,81
Distribuidor-02	19,3
Hall-escalera	11,58
Acceso plantas	14,69
Cuarto limpieza	3,14
Ascensor-1	2,58
Ascensor-2	2,49
Archivo	13,1
Área total (m ²)	338,56

Tabla 4. Distribución pisos 1-8.

5.2.1.7.5. Bajo cubierta

BAJO CUBIERTA	Área (m ²)
Hab-901	18,08
Baño 1	4,05
Baño 2	4,47
Hab-902	8,68
Hab-903	10,35
Baño 3	5,34
Baño 4	4,41
Vestuario Masculino	8,48
Vestuario Femenino	9,44
Baño 5	4,88
Baño 6	4,99
Hab-906	18,06
Hab-907	14,33
Baño 7	5,59
Hab-908	23,48
Baño 8	4,14
Distribuidor 1	22,23
Distribuidor 2	10,27
Escalera de servicio	5,12
Maquinaria ascensores	9,33
Acceso	9,33
Montacargas	3,08
Área total (m ²)	208,13

Tabla 5. Distribución bajo cubierta.

5.2.1.7.6. Superficie útil total

TOTAL EDIFICIO	Área (m ²)
Planta sótano	237,59
Planta baja	353,84
Entreplanta	311,18
Pisos 1-8	2708,48
Bajo cubierta	208,13
Superficie útil total (m²)	3819,22

Tabla 6. Superficie útil total del edificio.

5.3. Descripción de materiales y elementos constructivos

5.3.1. Sistema envolvente

5.3.1.1. Losa de cimentación

Las losas de cimentación del edificio son losas de cimentación seca "KNAUF", con pavimento flexible textil. La sola de cimentación está formada por:

1. Pavimento de moqueta de fibra natural 100% lana, bucle, colocada con adhesivo de contacto.
2. Solera seca "KNAUF" formada por placas de yeso con fibra Brío, de 18 mm de espesor total.
3. Barrera de vapor formada por film de polietileno.
4. Capa de nivelación con granulado.
5. Losa de cimentación de hormigón armado HA-25 con acabado superficial liso.
6. Film de polietileno 0,02 cm.
7. Poli estireno extruido 4 cm.
8. Hormigón de limpieza.

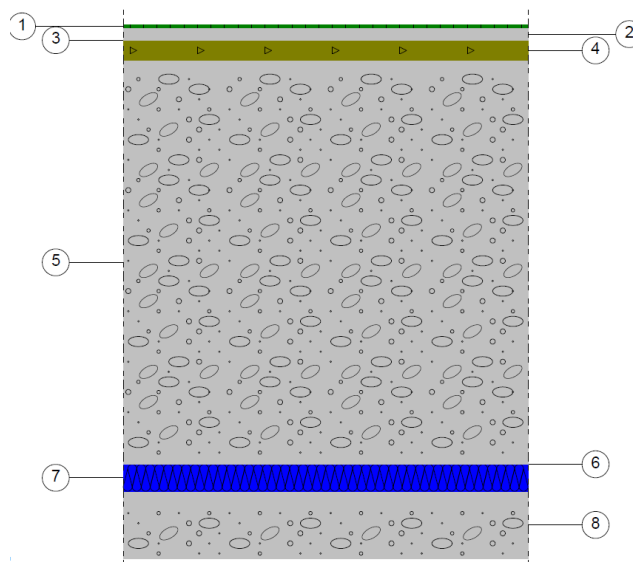


Ilustración 1. Losa de cimentación.

5.3.1.2. Muros en contacto con el terreno

Estos cerramientos verticales en contacto con el terreno se utilizan para construir plantas bajo rasante. El muro de la planta sótano es el único muro del edificio en contacto con el terreno con las siguientes características:

- Superficie total: 270,15 m².
- Compuesto de:
 1. Lamina drenante nodular con geotextil, espesor de 0,06 cm.
 2. Muro de sótano de hormigón armado de 30 cm.
 3. Revestimiento elástico a base de polímeros de 0,075 cm.
 4. Revoco liso con acabado lavado realizado con mortero de cal de 1 cm.

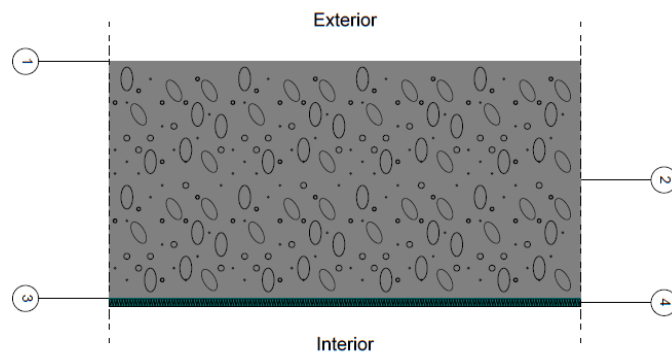


Ilustración 2. Muro en contacto con el terreno.

5.3.2. Fachadas

Cerramientos verticales en contacto con el ambiente exterior.

5.3.2.1. Fachada revestida con mortero mono capa

Fachada revestida con mortero mono capa, de dos hojas de fábrica compuesta de:

1. Revestimiento con mortero mono capa de 1,5 cm.
2. Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 11 cm.
3. Lana mineral de 4 cm.
4. Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 6,5 cm.
5. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.

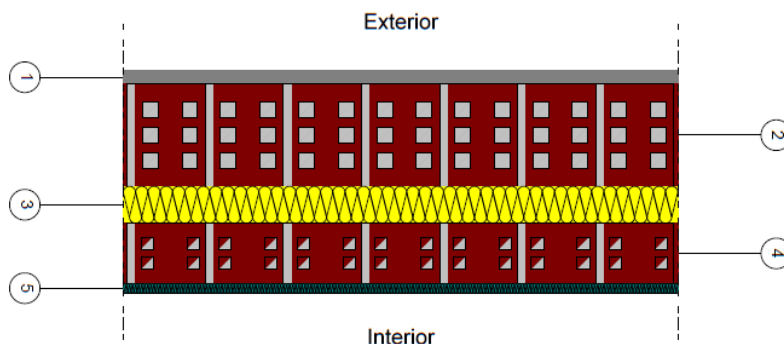


Ilustración 3. Fachada revestida con mortero mono capa.

5.3.2.2. Huecos en fachada

5.3.2.2.1. Puertas cortafuegos

Hay un total de cuatro puertas contrafuegos en la fachada de una hoja. Las puertas se encuentran distribuidas de la siguiente forma:

- Dos puertas en la planta bajo cubierta que dan acceso al tendedero y a la terraza.
- Una puerta en el primer piso que da acceso al patio interior desde la escalera de servicio.
- Una puerta en la planta baja que da acceso al patio desde el salón comedor.

Número de unidades	4
Dimensiones	80 x 200 cm
Transmitancia térmica (U)	1,94 kcal/(h·m ² ·°C)
Resistencia al fuego	EI2 60

Tabla 7. Puertas cortafuegos de una hoja en la fachada.

5.3.2.2.2. Puertas de acceso

Hay dos puertas de acceso al edificio que no son puertas cortafuegos. Las dos se encuentran en la planta baja, una da acceso a recepción y la otra a la zona de bar. Ambas puertas son de vidrio con doble acristalamiento, a continuación, se definen las características de ambas:

- Puerta corredera simple de 240x210 cm formado por cuatro hojas.
 - Ubicación: recepción, planta baja.
 - Orientación: norte.
 - Número de unidades: 1.
 - Carpintería de aluminio anodizado natural.
 - Vidrio de doble acristalamiento.
 - Transmitancia térmica: $2,84 \text{ kcal/ (h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$.
 - Coeficiente de transmitancia térmica de hueco: $3,34 \text{ kcal/ (h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$.
 - Factor solar de hueco: 0,61.
 - Factor solar modificado: 0,61.
- Puerta abisagrada practicable de apertura hacia el interior de 120x210 cm formada por dos hojas.
 - Ubicación: zona de bar, planta baja.
 - Orientación: norte.
 - Número de unidades: 1.
 - Carpintería de aluminio anodizado natural.
 - Vidrio de doble acristalamiento.
 - Transmitancia térmica: $2,84 \text{ kcal/ (h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$.
 - Coeficiente de transmitancia térmica de hueco: $3,40 \text{ kcal/ (h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$.
 - Factor solar de hueco: 0,59.
 - Factor solar modificado: 0,59.

5.3.2.2.3. Ventanas

- Ventana corredera simple de 270x130 cm formado por tres hojas.
 - Ubicación: salón comedor de la planta baja y salón de reuniones de la entreplanta.
 - Orientación: sur.
 - Número de unidades: 6.
 - Carpintería de aluminio anodizado natural con abertura deslizante.
 - Vidrio de doble acristalamiento.
 - Transmitancia térmica: $2,84 \text{ kcal/ (h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$.
 - Coeficiente de transmitancia térmica de hueco: $3,33 \text{ kcal/ (h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$.
 - Factor solar de hueco: 0,61.
 - Factor solar modificado: 0,61.
- Ventana corredera simple de 100x130 cm formado por dos hojas.
 - Ubicación: salón comedor de la entreplanta.
 - Orientación: norte.
 - Número de unidades: 6.
 - Carpintería de aluminio anodizado natural con abertura deslizante.
 - Vidrio de doble acristalamiento.
 - Transmitancia térmica: $3,58 \text{ kcal/ (h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C)}$.

- Coeficiente de transmitancia térmica de hueco: 3,33 kcal/(h·m²·°C).
 - Factor solar de hueco: 0,52.
 - Factor solar modificado: 0,52.
- Ventana corredera simple de 160x130 cm formado por dos hojas.
 - Ubicación: las habitaciones del edificio que dan a la parte trasera y al patio interior tienen una ventana con estas características.
 - Orientación: sur.
 - Número de unidades: 43.
 - Carpintería de aluminio anodizado natural con abertura deslizante.
 - Vidrio de doble acristalamiento.
 - Transmitancia térmica: 3,58 kcal/(h·m²·°C).
 - Coeficiente de transmitancia térmica de hueco: 3,33 kcal/(h·m²·°C).
 - Factor solar de hueco: 0,58.
 - Factor solar modificado: 0,58.
- Ventana corredera simple de 90x90 cm formado por dos hojas.
 - Ubicación: cada habitación del edificio que da a la fachada tiene tres ventanas de estas dimensiones.
 - Orientación: norte.
 - Número de unidades: 64.
 - Carpintería de aluminio anodizado natural con abertura deslizante.
 - Vidrio de doble acristalamiento.
 - Transmitancia térmica: 2,84 kcal/(h·m²·°C).
 - Coeficiente de transmitancia térmica de hueco: 3,55 kcal/(h·m²·°C).
 - Factor solar de hueco: 0,53.
 - Factor solar modificado: 0,53.
- Ventana corredera simple de 180x130 cm formado por dos hojas.
 - Ubicación: distribuidor 2 de las plantas de habitaciones que dan al patio interior.
 - Orientación: norte.
 - Número de unidades: 10.
 - Carpintería de aluminio anodizado natural con abertura deslizante.
 - Vidrio de doble acristalamiento.
 - Transmitancia térmica: 2,84 kcal/(h·m²·°C).
 - Coeficiente de transmitancia térmica de hueco: 3,38 kcal/(h·m²·°C).
 - Factor solar de hueco: 0,59.
 - Factor solar modificado: 0,59.

5.3.3. Cubierta

Estos cerramientos superiores en contacto con el ambiente exterior se definen como azoteas o tejados.

5.3.3.1. Parte maciza de la azotea

La cubierta del edificio es plana transitable, no ventilada, con solado fijo, e impermeabilización mediante láminas asfálticas con forjado unidireccional a continuación se detallan las características de las capas que la componen:

1. Pavimento de gres rústico de 1 cm.
2. Mortero de cemento de 4 cm.
3. Geotextil de poliéster de 0,08 cm.
4. Impermeabilización asfáltica mono capa adherida de 0,36 cm.
5. Lana mineral soldable de 5 cm.
6. Capa de regularización de mortero de cemento de 4 cm.
7. Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco.
8. Forjado unidireccional de 30 cm de espesor.
9. Guarnecido de yeso de 1,5 cm.
10. Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola.

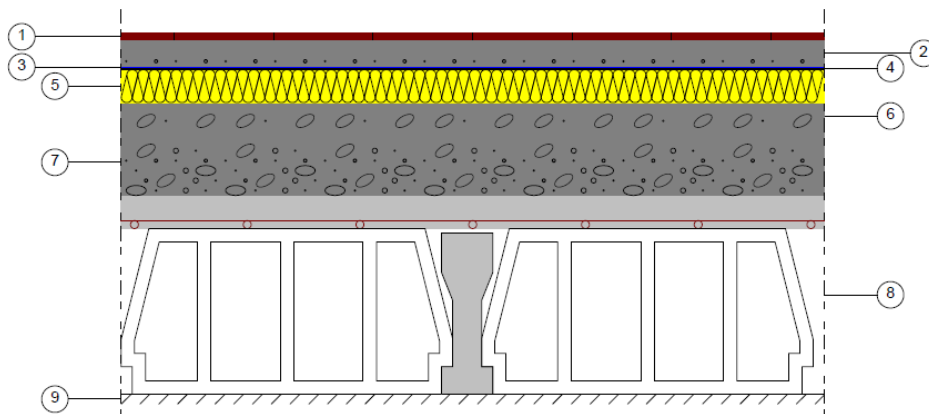


Ilustración 4. Parte maciza azotea.

5.3.3.2. Parte maciza de los tejados

El tejado del edificio es un tejado con forjado unidireccional, guarnecido de yeso a buena vista, estructura de hormigón armado y sistema de encofrado continuo. Las capas que conforman el tejado son las siguientes:

1. Teja de arcilla cocida 2 cm.
2. Poliestireno expandido de 2 cm.
3. Hormigón armado de 2 cm.
4. Forjado unidireccional de 30 cm.
5. Guarnecido de yeso 1,5 cm.
6. Pintura plástica sobre parámetros interiores de yeso o escayola.

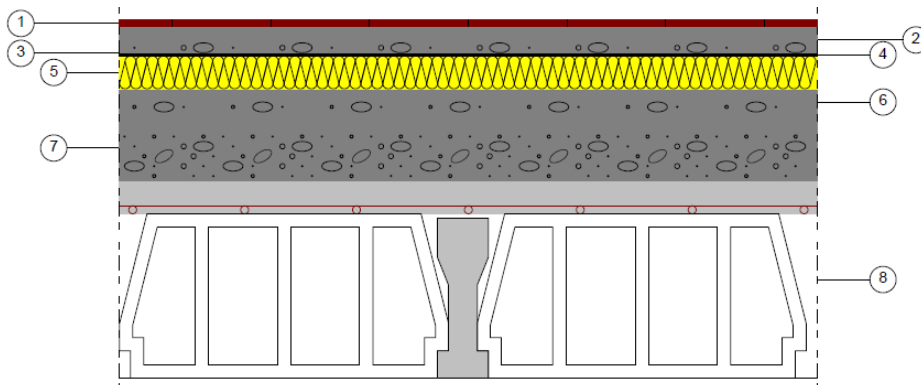


Ilustración 5. Parte maciza tejado.

5.3.4. Sistema de compartimentación

5.3.4.1. Compartimentación interior vertical

La tabiquería se dispone para separar el interior del edificio en diferentes recintos.

Tabique de una hoja de 6,5 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco. A continuación, se muestra un listado de las capas:

1. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.
2. Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 6,5 cm.
3. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.



Ilustración 6. Tabique de una hoja con revestimiento.

5.3.4.2. Compartimentación interior horizontal

Forjado unidireccional con guarnecido de yeso a buena vista, estructura de hormigón armado HA-25 y acero sobre sistema de encofrado continuo. A continuación, se detallan las capas que lo componen:

1. Forjado unidireccional de 30 cm.
2. Guarnecido de yeso de 1,5 cm.
3. Pintura plástica sobre parámetros interiores de yeso o escayola.

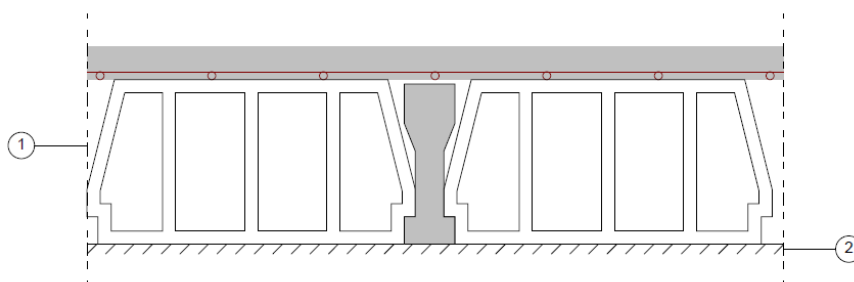


Ilustración 7. Forjado unidireccional.

5.3.4.3. Huecos verticales interiores

Todas las puertas interiores del edificio son puertas cortafuegos de acero galvanizado EI2 60. Hay de una o de dos hojas con las siguientes características:

Número de unidades	113
Dimensiones	80 x 200 cm
Transmitancia térmica (U)	1,94 kcal/(h·m ² ·°C)
Resistencia al fuego	EI2 60

Tabla 8. Puertas cortafuegos de una hoja.

Número de unidades	25
Dimensiones	150 x 200 cm
Transmitancia térmica (U)	1,94 kcal/(h·m ² ·°C)
Resistencia al fuego	EI2 60

Tabla 9. Puertas cortafuegos de dos hojas.

5.3.5. Materiales

Material	e	ρ	λ	R_T	C_p	μ
Barrera de vapor formada por film de polietileno	0,02	980	0,43	0,0005	429,923	100000
Capa de nivelación con granulado base PA "KNAUF"	3	1950	1,72	0,0174	249,594	50
Capa de regularización de mortero de cemento	4	1900	1,118	0,0358	238,846	10
EPS Poliestireno Expandido [0,029 W/[mK]]	2	30	0,025	0,8019	238,846	20
Fábrica de bloque de hormigón	10	1350	0,521	0,1919	238,846	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	6,5	930	0,349	0,186	238,846	10
Film de polietileno	0,02	920	0,284	0,0007	525,461	100000
Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30	1241,11	1,228	0,2442	238,846	80
Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10	600	0,163	0,612	238,846	4
Geotextil de poliéster	0,08	250	0,033	0,0245	238,846	1
Guarnecido de yeso	1,5	1150	0,49	0,0306	238,846	6
Hormigón armado	60	2500	1,978	0,3033	238,846	80
Hormigón de limpieza	10	2450	1,72	0,0581	238,846	80
Impermeabilización asfáltica mono capa adherida	0,36	1100	0,198	0,0182	238,846	50000
Lámina drenante nodular, con geotextil	0,06	1166,67	0,43	0,0014	429,923	100000
Lana mineral soldable	5	150	0,033	1,53	191,077	1
Mortero de cemento	4	1900	1,118	0,0358	238,846	10
Mortero mono capa	1,5	1300	0,602	0,0249	238,846	10
Muro de sótano de hormigón armado	30	2500	2,15	0,1395	238,846	80
Pavimento de gres rustico	1	2500	1,978	0,0051	238,846	2500
Poli estireno extruido	4	38	0,029	1,368	238,846	100
Revestimiento elástico a base de polímeros y pigmentos sobre imprimación a base de resinas acrílicas	0,08	1330,28	0,172	0,0044	334,384	10000
Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal	1	1900	1,118	0,0089	238,846	10
Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1	2500	1,978	0,0051	238,846	30
Solera seca placas de yeso con fibras Brío F126.es "KNAUF"	1,8	825	0,215	0,0837	238,846	4
Teja de arcilla cocida	2	2000	0,86	0,0233	191,077	30

Tabla 10. Capas de materiales y sus características.

Donde:

- e: espesor (cm).
- ρ : densidad (kg/m^3).
- λ : conductividad térmica ($\text{kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$).
- R_T : resistencia térmica ($\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}/\text{kcal}$).
- C_p : calor específico ($\text{cal}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$).
- μ : factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

5.4. Instalaciones mecánicas actuales

El edificio cuenta con un depósito de 15.000 litros de gasoil, que alimenta a los quemadores de las calderas. Hay dos calderas de la marca SADECA con una potencia de 476 kW cada una. Debido a que solo una caldera se encuentra en funcionamiento en el edificio, los posteriores cálculos de las instalaciones se realizarán únicamente con una.

5.4.1. Instalación de ventilación

Actualmente el edificio cuenta con un sistema de ventilación por shunt. Hay 10 conductos verticales en el edificio que empiezan en la primera planta de las habitaciones y terminan en la cubierta. Este sistema sirve de ventilación para los baños de las habitaciones. En las habitaciones no se tiene entradas de aire ni conductos por la existencia de ventanas. La cocina de la planta baja tiene una campana extractora con motor incorporado.

5.4.2. Instalación suministro de agua

Una parte del agua que sale de las calderas pasa por unos intercambiadores de placas, formados por 27 placas. Después de abandonar los intercambiadores, una parte del agua se introduce en los acumuladores verticales de acero y la otra parte es enviada a los elementos de consumo de la instalación.

De los elementos de consumo, el agua no consumida retorna pasando por una bomba de retorno e introduciéndose en los acumuladores verticales. De estos, el agua pasa por unas bombas de A.C.S antes de juntarse con el agua de red e introducirse en los intercambiadores. El agua que abandona los intercambiadores alimenta a las calderas y a la máquina enfriadora.

Las tuberías de suministro de agua son de acero galvanizado, con un diámetro de 2 pulgadas y las tuberías de retorno de $1\frac{1}{4}$ pulgadas.

5.4.3. Instalación de calefacción

La otra parte del agua que sale de las calderas pasa por unas bombas de circulación y es mandada a los fan coils del edificio. Las tuberías son de acero negro electrosoldado de 4 pulgadas de diámetro.

5.4.4. Instalación de refrigeración

El edificio cuenta con una enfriadora 372 kW. Esta máquina utiliza una torre de refrigeración en la terraza de la planta bajo cubierta para refrigerar el motor. El agua fría que sale de la enfriadora es mandada a los fan coils por medio de las bombas de circulación. Las tuberías al igual que en la instalación de calefacción son de acero negro electrosoldado de 4 pulgadas de diámetro.

Para más información sobre los equipos y el funcionamiento de las instalaciones de suministro de agua, calefacción y refrigeración ir al *Anexo I: Tecnología actual*.

5.4.5. Instalación de evacuación de aguas

Para la evacuación de aguas pluviales y residuales no existen arquetas al final de las bajantes, estas se unen y evacuan en una arqueta exterior al edificio.

5.4.5.1. Evacuación de aguas pluviales

Para la instalación de aguas pluviales los sumideros sinfónicos son de PVC con salida vertical, tienen un diámetro de 110 milímetros y una rejilla de PVC de 300x300 milímetros. En la cubierta los canalones son de PVC circular.

Existen en total 8 bajantes que se conectan en la planta sótano a la red de evacuación de aguas residuales. De las ocho bajantes cuatro están destinadas a las terrazas del edificio y las otras cuatro a los canalones de la cubierta.

5.4.5.2. Evacuación de aguas residuales

Las tuberías de evacuación de aguas residuales son de PVC de 250 milímetros de diámetro y no existen botes sinfónicos en los cuartos de baño. Hay 8 bajantes que van hasta la planta sótano donde se juntan con las bajantes de las aguas pluviales.

5.4.6. Consumos

En la siguiente tabla se ha recopilado los datos del consumo de litros de gasóleo, metros cúbicos de agua, kWh de energía activa y el número de estancias desde el 2003 hasta el 2016.

	Nº de estancias	Consumo Gasóleo (litros)	Consumo Agua (m ³)	Consumo Energía activa (kWh)
2003	29.642	41.882	5.158	317.639
2004	31.115	48.090	5.122	378.501
2005	29.249	42.649	4.636	347.652
2006	32.159	34.988	5.494	370.158
2007	27.930	41.178	4.934	348.388
2008	27.114	40.484	4.287	332.995
2009	15.297	39.316	3.880	320.280
2010	16.130	39.947	4.101	332.437
2011	16.839	39.794	4.580	332.437
2012	16.104	43.424	4.148	245.315
2013	15.105	42.383	4.153	294.970
2014	17.992	39.868	5.091	190.833
2015	16.767	42.781	5.172	320.985
2016	19.519	43.181	4.811	306.141
Media	22.211	41.426	4.683	317.052

Tabla 11. Datos de los consumos 2003-2016.

En la siguiente tabla se detallan los consumos de los periodos de la energía activa desde el 2003 hasta el 2016.

Energía activa (kWh)						
Año	P1	P2	P3	P4	P5	P6
2003	100.493	129.721	87.425	0	0	0
2004	63.945	205.880	108.676	0	0	0
2005	60.107	185.611	101.934	0	0	0
2006	60.645	137.467	172.046	0	0	0
2007	60.009	113.239	175.140	0	0	0
2008	61.909	110.565	160.521	0	0	0
2009	57.642	103.895	158.743	0	0	0
2010	57.796	99.106	153.470	0	0	0
2011	62.633	109.373	160.431	0	0	0
2012	43.574	195.597	6.144	0	0	0
2013	50.564	244.406	0	0	0	0
2014	21.846	108.925	60.062	38.647	30.769	73.237
2015	21.282	103.830	58.149	37.172	29.651	70.902
2016	21.846	108.925	60.062	38.647	30.769	73.237
Media	53.164	139.753	104.486	8.176	6.514	15.527

Tabla 12. Consumo de los periodos de la energía activa 2003-2016.

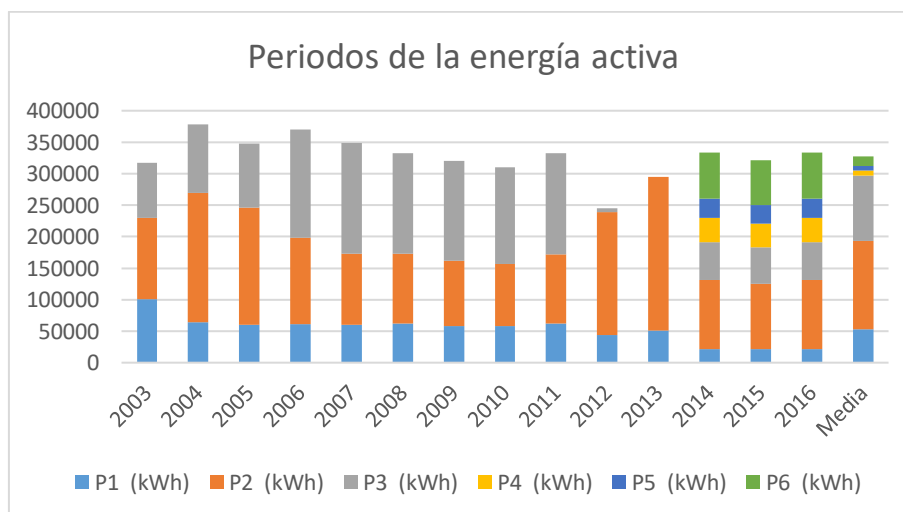


Ilustración 8. Consumo de los periodos de la energía activa 2003-2016.

Para tener una idea inicial de la variación de los consumos en función de la ocupación del hotel, se han realizado las siguientes graficas donde se observa el consumo de agua, gasóleo y energía activa en función de la ocupación.

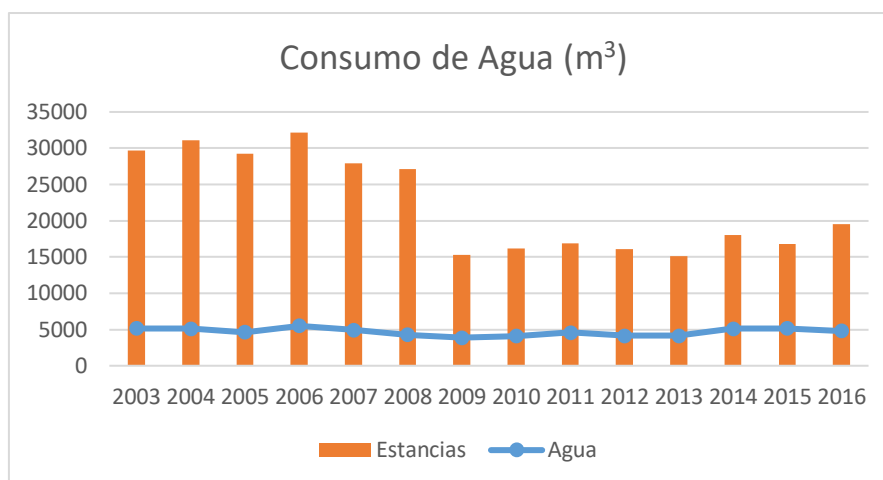


Ilustración 9. Consumo de agua en función del número de estancias.

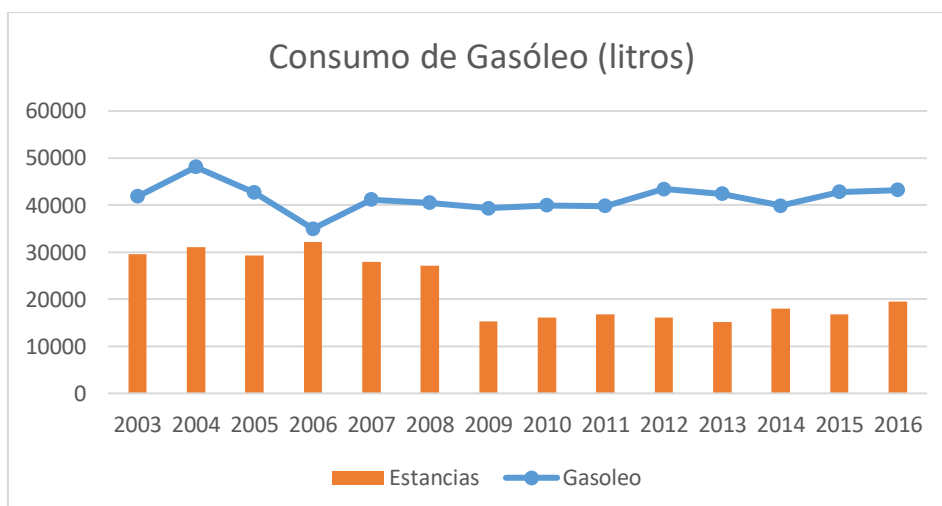


Ilustración 10. Consumo de gasóleo en función del número de estancias.

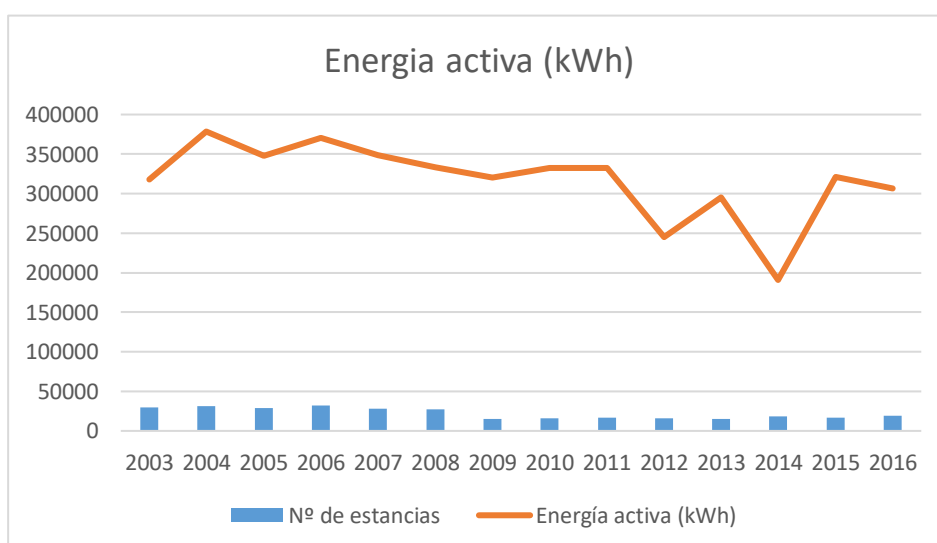


Ilustración 11. Consumo de energía activa en función del número de estancias.

El consumo de gasóleo se mantiene prácticamente proporcional a la ocupación menos en el año 2006, este año fue extremadamente caluroso en la región, lo que implica una reducción del consumo de gasóleo en la instalación de calefacción y de suministro de agua.

Los consumos de energía activa fluctúan a lo largo de los años mientras que el consumo de agua se mantiene relativamente constante.

Como puede observarse en el gráfico, el número de estancias sufre un desplome a partir del 2009, debido a la crisis económica sufrida a partir de dicho año. A partir del 2014 la ocupación empezó a aumentar hasta estos últimos años en los que en algunos meses se están alcanzado ocupaciones que no se alcanzaban desde el 2006.

5.4.6.1. Ocupación

La ocupación es un factor muy importante gracias a la cual se podrá hacer una estimación de los consumos energéticos del edificio a la hora de realizar diversas propuestas.

A partir de los datos de las estancias de los últimos 14 años se ha calculado el % de las ocupaciones máximas, mínimas y medias del edificio para cada mes del año.

Mes	Ocupación máxima (%)	Ocupación mínima (%)	Ocupación media (%)
Enero	41,60	14,17	26,87
Febrero	58,13	22,42	36,03
Marzo	60,16	24,77	41,54
Abril	67,37	26,82	46,52
Mayo	68,43	34,32	48,23
Junio	94,47	33,47	51,05
Julio	82,65	27,71	49,06
Agosto	86,52	36,44	58,57
Septiembre	93,85	39,10	59,59
Octubre	73,68	34,39	51,81
Noviembre	63,88	28,99	45,03
Diciembre	51,53	18,42	33,42

Tabla 13. % de ocupaciones máximas, mínimas y medias 2003-2016.

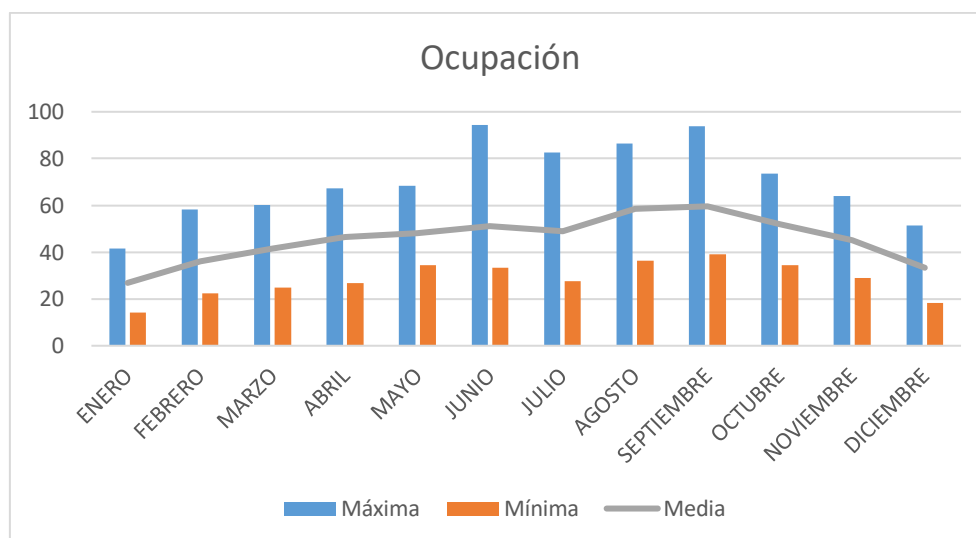


Ilustración 12. % de ocupaciones máximas, mínimas y medias 2003-2016.

Los meses de mayor ocupación son los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Mientras los meses de menor ocupación son los meses de enero, febrero y diciembre.

Se considera entonces que los meses de abril, mayo, octubre y noviembre el edificio tiene un nivel de ocupación medio.

5.4.6.2. Agua caliente sanitaria y calefacción.

En la demanda térmica es necesario diferenciar que demanda corresponde a la calefacción y qué demanda corresponde a A.C.S. Por esa razón el consumo de litros de gasoil de la caldera de mayo a septiembre es únicamente para agua caliente.

Litros de gasóleo por estancia para A.C.S					
Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
2003	1782	1541	1617	1752	1866
2004	3478	1956	2089	2166	2122
2005	1870	1713	1706	1708	1844
2006	821	964	1817	2107	2032
2007	2074	1819	1790	1954	2028
2008	2143	1829	1686	1772	1912
2009	2093	1693	1900	2154	2221
2010	2794	1567	1563	1678	2000
2011	2225	1775	1398	2054	2113
2012	2250	2300	2210	2186	2446
2013	3365	1987	1750	2203	2070
2014	2347	2076	1895	2330	2197
2015	2212	2150	1915	2635	2210
2016	2401	1850	2088	2418	2033
Total	31855	25220	25424	29117	29094
Litros/Estancia	0,80	0,91	0,88	0,84	0,9

Tabla 14. Consumo de litros de gasóleo por estancia para A.C.S.

Litros de gasóleo por estancia (A.C.S)	0,87
--	------

Tabla 15. Consumo medio de litros de gasóleo por estancia para A.C.S

Sabiendo lo que consume cada estancia de agua caliente sanitaria se puede restar dicho valor al consumo total de litros de gasoil y obtener así el consumo para calefacción.

Litros de gasóleo por estancia para A.C.S y calefacción							
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Octubre	Noviembre	Diciembre
2003	6142	6155	4197	3222	3205	4753	5650
2004	5177	6319	5709	4872	2717	5770	5715
2005	6995	6529	4576	3334	2036	4362	5976
2006	5787	5193	3155	1147	2119	3345	6501
2007	5900	4309	4864	3135	2753	4853	5699
2008	5096	4928	4544	2866	3280	4790	5638
2009	5002	4379	4065	3259	2996	4007	5547
2010	4932	4478	4508	2444	2916	4746	6319
2011	5818	4932	4715	2572	3023	3319	5250
2012	5100	5833	4694	4233	3461	4336	4375
2013	5029	5201	4795	3454	2981	3950	5598
2014	4753	4868	4632	2275	2050	4652	5793
2015	5710	5464	4842	2988	3528	3912	5215
2016	5012	5081	5270	3767	3506	4060	5695
Total	76453	73669	64566	43568	40571	60855	78971
Litros/estancia	3,45	2,75	1,88	1,17	0,95	1,78	2,87

Tabla 16. Consumo de litros de gasoil para A.C.S y calefacción.

Litros de gasóleo por estancia para calefacción							
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Octubre	Noviembre	Diciembre
Litros/estancia	2,58	1,88	1,02	0,31	0,08	0,91	2

Tabla 17. Consumo medio de litros de gasóleo por estancia para calefacción.

Para convertir los litros de gasóleo a kWh hay que aplicar la siguiente formula:

$$kWh = PCI \text{ gasóleo } C \times \text{litros de gasóleo} \times \text{rendimiento caldera}$$

PCI gasóleo C (kWh/litro)	10,28
Rendimiento caldera	0,88

Tabla 18. Conversión litros de gasóleo a kWh.

El poder calorífico inferior del gasóleo se ha obtenido de la tabla CBL-01 de la guía técnica de diseño de centrales de calor eficientes (IDAE), en la cual se muestran los poderes caloríficos de los combustibles más utilizados en los edificios de los sectores residencial y terciario.

Mes	A.C.S (litros)	Calefacción (litros)	A.C.S (kWh)	Calefacción (kWh)
Diciembre	1.372	4.089	35.594	15.435
Enero	1.662	3.600	36.990	12.412
Febrero	2.121	2.491	32.571	15.031
Marzo	2.299	813	22.533	19.187
Noviembre	2.463	0	17.466	19.173
Abril	2.401	0	7.357	20.795
Agosto	2.505	0	0	27.052
Octubre	2.990	0	2.284	23.932
Septiembre	2.803	0	0	25.361
Julio	2.645	252	0	22.660
Mayo	2.119	1.931	0	22.278
Junio	1.706	3.935	0	21.723
TOTAL	27.087	17.111	154.796	245.040

Tabla 19. Demandas anuales de calefacción y A.C.S.

La demanda anual conjunta de calefacción y A.C.S es de **399,84 MWh/año** y el consumo anual de gasóleo es de **44.198 litros**.

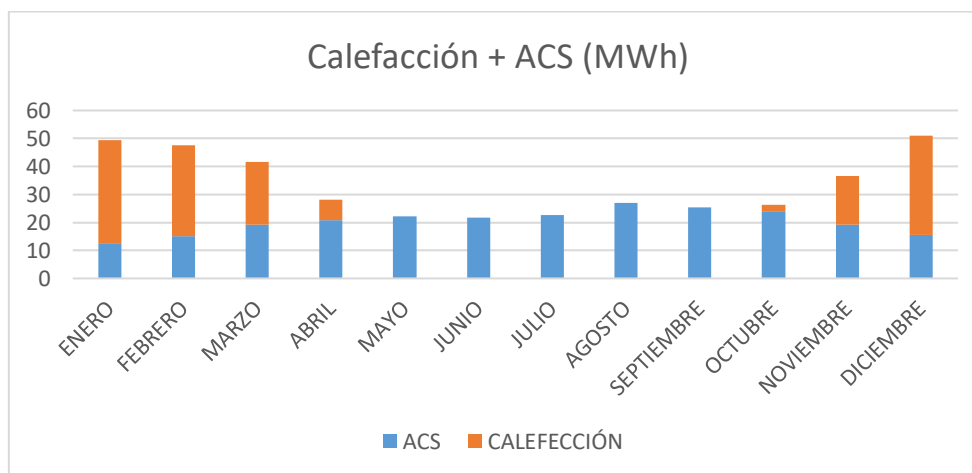


Ilustración 13. Demandas anuales de calefacción y A.C.S.

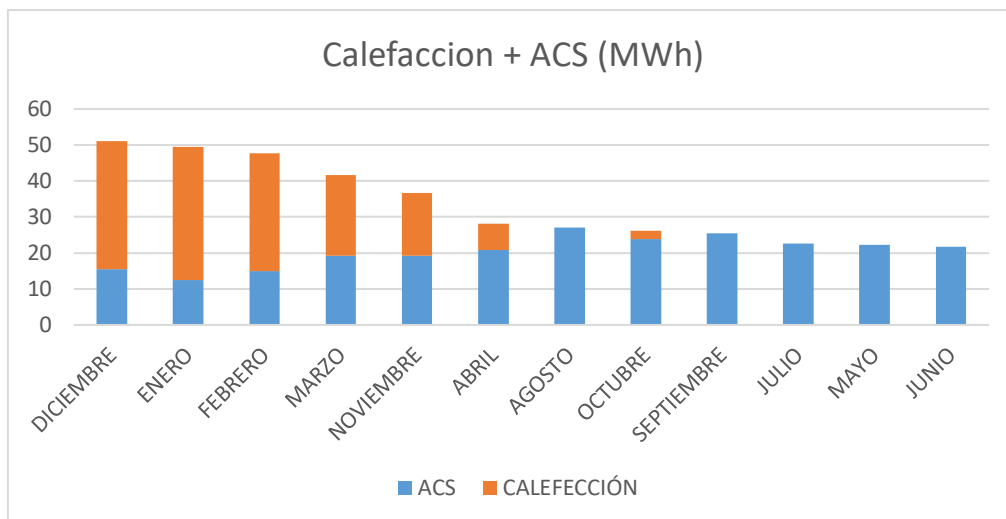


Ilustración 14. Demandas anuales de calefacción y A.C.S ordenadas de mayor a menor.

5.4.6.3. Iluminación y refrigeración

La demanda de electricidad durante los meses de octubre a abril se corresponde en su totalidad a la demanda de los servicios auxiliares. Mientras que la demanda de electricidad desde mayo a septiembre se corresponde con la demanda de los servicios auxiliares más la demanda de refrigeración.

Como en el caso de calefacción y A.C.S, conociendo la demanda de electricidad por estancia de los elementos auxiliares se puede obtener el valor de la demanda de electricidad correspondiente a la refrigeración restando dicho valor.

kWh por estancia para elementos auxiliares							
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Octubre	Noviembre	Diciembre
2003	22.978	22.909	24.786	24.075	15.540	21.088	26.192
2004	24.424	25.009	25.578	23.208	28.980	25.954	24.626
2005	25.292	24.165	24.861	23.752	22.214	22.367	23.665
2006	22.762	20.950	22.842	20.273	27.185	23.783	26.866
2007	23.270	20.292	24.371	23.519	25.235	26.468	26.246
2008	25.266	25.252	25.894	23.757	23.854	22.725	22.642
2009	20.451	19.034	21.268	21.675	25.887	22.399	21.758
2010	20.583	20.100	21.493	22.471	23.619	20.960	20.840
2011	21.159	19.479	22.392	20.359	25.846	21.768	22.811
2013	19.662	19.007	21.164	18.933	23.530	17.909	19.160
2014	225.847	216.197	234.649	222.022	241.890	225.421	234.806
2015	22.737	19.532	21.871	13.783	23.224	19.601	20.257
2016	23.285	25.537	31.075	32.191	40.586	30.366	30.850
Total	497.716	477.463	522.244	490.018	547.590	500.809	520.719
kWh/estancia	23,85	18,62	16,10	14,04	13,45	15,43	19,91

Tabla 20. Demanda de energía eléctrica para elementos auxiliares.

En la tabla se observa que los meses de mayores necesidades eléctricas para los elementos auxiliares corresponden a los meses de menor ocupación los cuales son, enero, febrero y diciembre.

kWh por estancia para refrigeración y elementos auxiliares					
Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
2003	27.590	44.568	38.452	30.822	18.639
2004	29.317	43.299	44.887	45.050	38.169
2005	29.385	40.803	42.766	38.406	29.976
2006	28.774	45.451	51.175	42.233	37.864
2007	29.202	35.653	39.412	39.169	35.551
2008	23.726	29.661	37.944	39.552	32.722
2009	23681	34747	37798	38909	32673
2010	24298	30788	37186	36700	31334
2011	29509	30009	39154	42717	37234
2013	21470	27120	38234	37539	31242
2014	266952	362099	407008	391097	325404
2015	27755	36091	43781	40502	31851
2016	36870	50113	60371	60575	59239
Total	598529	810402	918168	883271	741898
kWh/Estancia	22,33	30,81	33,46	27	24,12

Tabla 21. Demanda de energía eléctrica para refrigeración y elementos auxiliares.

Para calcular la demanda de refrigeración de mayo, junio, julio y agosto se ha restado a la demanda total de energía eléctrica la demanda de los elementos auxiliares del mes de abril, ya que es el mes que más se asemeja por las horas de luz solar diarias. Para calcular la demanda de refrigeración de septiembre se ha restado la demanda de los elementos auxiliares del mes de octubre a la demanda total de energía eléctrica por la misma razón.

kWh por estancia para refrigeración					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
kWh/estancia	8,19	16,77	19,42	12,96	10,67

Tabla 22. Demanda de energía eléctrica por estancia para refrigeración.

Mes	Elementos auxiliares (kWh)	Refrigeración (kWh)
Julio	40.571	56.111
Agosto	48.435	44.726
Junio	38.895	46.453
Septiembre	43.513	34.510
Mayo	39.887	23.274
Octubre	41.060	0
Marzo	39.393	0
Diciembre	39.200	0
Enero	37.748	0
Noviembre	37.734	0
Abril	37.232	0
Febrero	35.691	0
TOTAL	479.357	205.074

Tabla 23. Demandas anuales de refrigeración y elemento auxiliares.

La demanda anual conjunta de refrigeración y elementos auxiliares es de **684,43 MWh/año**.

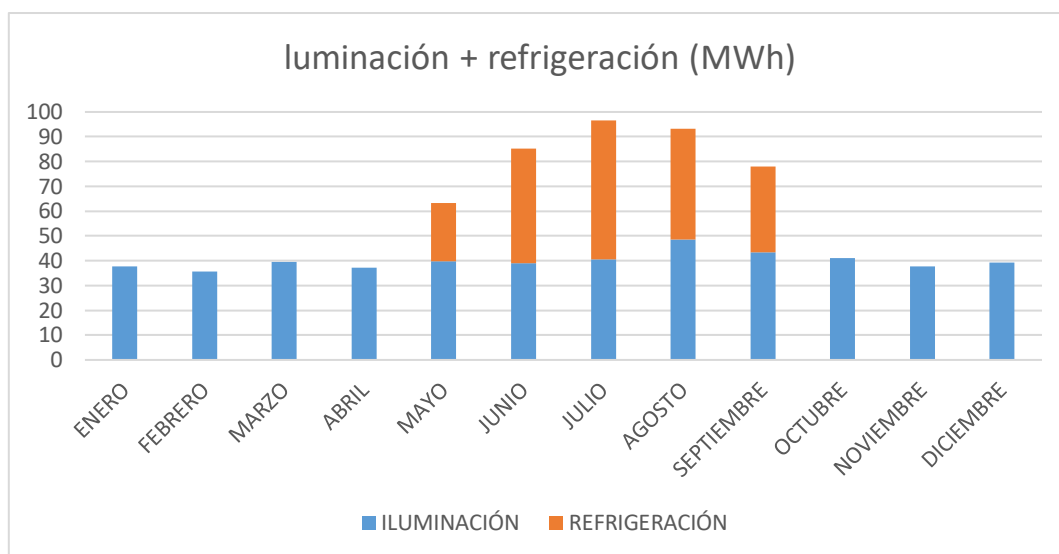


Ilustración 15. Demandas anuales de elementos auxiliares y refrigeración.

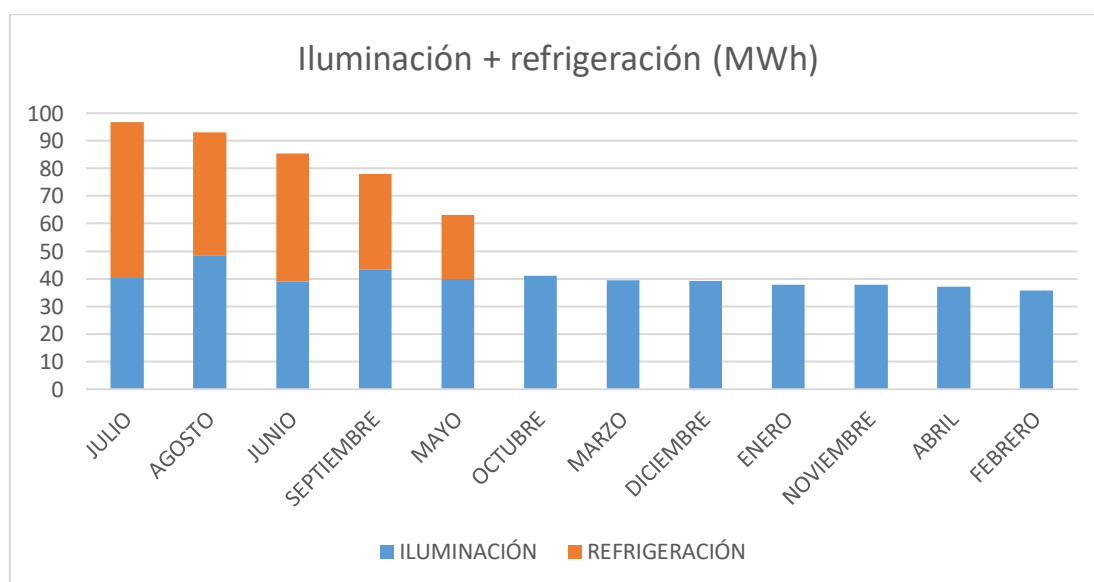


Ilustración 16. Demandas anuales de elementos auxiliares y refrigeración ordenados de mayor a menor.

5.4.6.4. Resumen necesidades anuales

En la siguiente tabla se recogen las necesidades anuales que hay que cubrir tanto eléctricas como térmicas.

	Calefacción	A.C.S	Refrigeración	Elem. auxiliares
Necesidades anuales (MWh/año)	154,80	245,04	205,07	479,36

Tabla 24. Necesidades anuales.

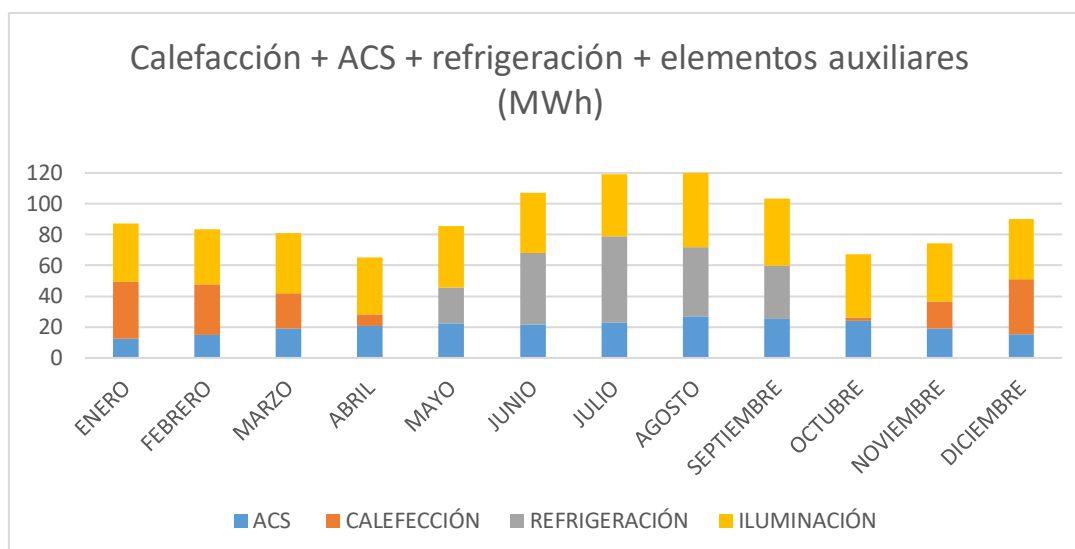


Ilustración 17. Demandas anuales del edificio.

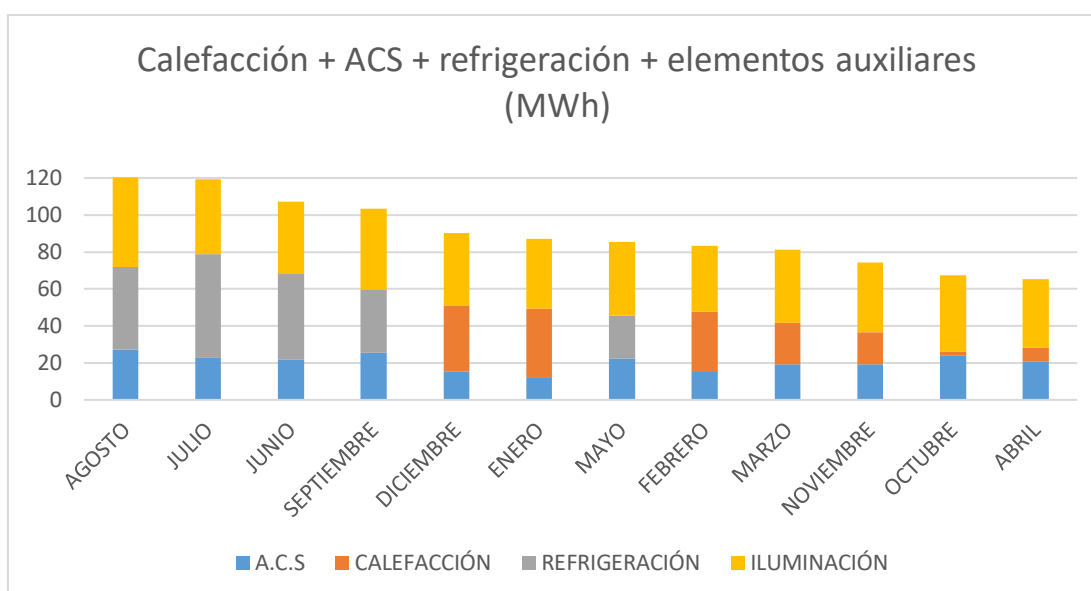


Ilustración 18. Demandas anuales del edificio ordenadas de mayor a menor.

5.4.7. Tecnología actual

Para poder realizar posteriormente propuestas con otras tecnologías hay que analizar la tecnología actual.

Actualmente el edificio cuenta con una caldera SADECA en funcionamiento con una potencia de 436 kW.

Caldera SADECA	
Generación térmica (kW)	476
Rendimiento térmico	0,88

Tabla 25. Características caldera SADECA.

La caldera del edificio funciona 2.883 hora al año, lo que supone una generación térmica de 1.848 MWh/año, muy por encima de la demanda de 399,84 MWh/año calculada anteriormente.

Esta caldera tiene un gasto anual de mantenimiento de 2.000 €. Además de conocer el gasto de mantenimiento es necesario conocer los gastos del consumo de combustible y de la energía eléctrica necesarios para cubrir las necesidades anuales.

El precio actual del gasóleo para calefacción es de 1,12 €/litro según CEPSA. Conociendo que se consumen 44.198 litros al año de gasóleo se calcula el gasto anual de combustible.

El kWh de energía eléctrica vale 0,14 €/kWh según ENDESA, y la demanda de energía eléctrica (refrigeración y elementos auxiliares) es de 684,43 MWh. Con estos datos se calcula el gasto anual de energía eléctrica.

Gasto combustible (€)	Gasto mantenimiento (€)	Gasto energía eléctrica (€)	Gasto total (€)
49.639	2.000	96.527	148.166

Tabla 26. Gastos anuales para la tecnología actual.

Todo ello supone el gasto anual de la tecnología actual (mantenimiento, combustible y electricidad).

5.4.7.1. Consumos de energía

Para poder comparar posibles alternativas de tecnología se ha calculado los consumos de energía primaria y emisiones de la tecnología actual con los factores de conversión del IDAE.

Energía Primaria	tep EP/tep EF	Emisiones de CO ₂	tCO ₂ /tep EF
Gasóleo C	3,06	Gasóleo C	2,37
Electricidad	2,35	Electricidad	4

Tabla 27. Factores de paso de energía primaria y emisiones para la tecnología actual.

Datos conversiones	
Conversión kWh - tep	0,000086
Conversión MWh - tep	0,086

Tabla 28. Datos conversiones de unidades.

Situación actual	
CEP térmico (MWh)	1.390
CEP eléctrico (MWh)	1.608
CEP total (MWh)	2.999
Emisiones térmicas (tCO ₂)	92,69
Emisiones eléctricas (tCO ₂)	235,44
Emisiones totales (tCO ₂)	328,16

Tabla 29. Consumos de energía primaria y emisiones de CO₂ para la tecnología actual.

6. Instalaciones mecánicas del edificio mediante CYPECAP MEP

6.1. Estudio térmico

Mediante el programa CYPECAP MEP se va a realizar un estudio térmico del edificio. Con este estudio se va a verificar el cumplimiento del CTE-DB-HE1 2013: limitación demanda energética.

6.1.1. Datos del emplazamiento

- Emplazamiento: Logroño.
- Altitud: 384 metros.
- Latitud (N): 42,47 grados.
- Longitud (E): -2,45 grados.
- Humedad relativa en invierno: 90%.
- Velocidad del viento: 4,4 m/s.
- Protección contra el viento: Media.

6.1.1.1. Temperaturas

A continuación, se muestran los datos de las temperaturas utilizadas por CYPECAD MEP para el cálculo del estudio térmico.

Temperatura seca verano	29,68 °C
Temperatura húmeda verano	19,40 °C
Oscilación media diaria	12,5 °C
Oscilación media anual	35,50 °C
Temperatura seca en invierno	-0,6 °C
Temperatura mínima histórica	-12,01 °C
Temperatura mínima del terreno	5,70 °C

Tabla 30. Temperaturas para el cálculo del estudio térmico con CYPECAD MEP.

Mes	Temperatura del agua fría de red (°C)
Enero	7,03
Febrero	8,03
Marzo	10,03
Abril	11,01
Mayo	13,01
Junio	16,01
Julio	18,01
Agosto	18,01
Septiembre	16,01
Octubre	13,03
Noviembre	10,03
Diciembre	8,03

Tabla 31. Temperaturas del agua fría de red con CYPECAD MEP.

6.1.2. Definición de los recintos

Para cada recinto del edificio hay que definir la descripción y características del suelo y del techo. Los recintos del edificio se dividen en:

- Interior de las habitaciones.
- Zonas comunes
- Recintos de servicio.
- Exteriores.

6.1.2.1. Almacenes, garaje y cuartos técnicos

- Paredes: revestimiento con revoco liso con acabado lavado de mortero de cal.
- Suelo: revestimiento de solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado de 25x25 cm colocadas con adhesivo con base de pavimentación de solera seca.
- Techo: revestimiento continuo con guarnecido de yeso a buena vista con capa de acabado de pintura plástica.

6.1.2.2. Dormitorios habitaciones

- Paredes: revestimiento con revoco liso con acabado lavado de mortero de cal.
- Suelo: pavimento flexible textil con base de pavimentación de solera seca.
- Techo: revestimiento continuo con guarnecido de yeso a buena vista con capa de acabado de pintura plástica.

6.1.2.3. Baños habitaciones, aseos y vestuarios

- Paredes: revestimiento con capa de acabado de alicatado de baldosas cerámicas colocadas con mortero de cemento.
- Suelo: pavimento flexible textil con base de pavimentación de solera seca.
- Techo: revestimiento continuo con guarnecido de yeso a buena vista con capa de acabado de pintura plástica.

6.1.2.4. Distribuidores, escalera de clientes

- Paredes: revestimiento con revoco liso con acabado lavado de mortero de cal.
- Suelo: pavimento flexible textil con base de pavimentación de solera seca.
- Techo: revestimiento continuo con guarnecido de yeso a buena vista con capa de acabado de pintura plástica.

6.1.2.5. Cuartos técnicos, huecos ascensores, escalera servicio, garaje, cuartos de limpieza, pasillo y distribuidor de la planta sótano

- Paredes: revestimiento con revoco liso con acabado lavado de mortero de cal.
- Suelo: revestimiento de solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado de 25x25 cm colocadas con adhesivo con base de pavimentación de solera seca.
- Techo: revestimiento continuo con guarnecido de yeso a buena vista con capa de acabado de pintura plástica.

6.1.3. Zonas térmicas y unidades de uso

Primero se definen los recintos correspondientes a las unidades de uso, en este caso las unidades de uso hacen referencia a las 78 habitaciones que se encuentran en el edificio. Una vez definidas las unidades de uso se asignan las zonas térmicas para los diferentes recintos del edificio:

- Zona habitable acondicionada.
- Zona no habitable.

6.1.3.1. Zona habitable acondicionada

Las habitaciones del edificio, incluyendo los baños correspondientes a cada habitación, son zonas térmicas acondicionadas con las siguientes características:

- Clasificación de la zona: Zona habitable acondicionada.
- Densidad de las cargas internas: Media.
- Distribución horaria de las cargas térmicas: 12 horas.

El resto de zonas térmicas acondicionadas del edificio tienen las siguientes características:

- Clasificación de la zona: Zona habitable acondicionada.
- Densidad de las cargas internas: Baja.
- Distribución horaria de las cargas térmicas: 12 horas.

Donde se incluyen los siguientes recintos:

- Distribuidores y pasillos.
- Escaleras.
- Sala de reuniones.
- Salón comedor.
- Oficinas.
- Aseos planta baja.
- Cocina.
- Recepción.
- Despacho y oficinas.

6.1.3.2. Zonas no habitables

En el edificio se definen las siguientes zonas térmicas como zonas no habitables:

- Montacargas.
- Ascensor.
- Almacén de bebidas, ropa sucia y basura.
- Cuarto de limpieza.
- Garaje.
- Cuartos técnicos (transformador, sala de calderas, depósito de fuel-oíl, informática, maquinaria aire acondicionado, taller de mantenimiento, maquinaria ascensores).

6.1.4. Resultados del cálculo de demanda energética.

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto (0,8%), respecto al edificio de referencia, es inferior al mínimo establecido en la tabla 2.2 de CTE-DB-HE 1 (25%), por lo que no se cumple la limitación de demanda energética, según el apartado 2.2.1.1.2 de CTE-DB-HE 1, para edificios de otros usos.

Para más información detalla sobre los resultados del estudio térmico ir al **Anexo II: Cumplimiento del CTE-DB-HE 1: limitación demanda energética mediante CYPECAD MEP.**

6.1.5. Mejora de los elementos constructivos y materiales del edificio

Se va a proponer diferentes propuestas de mejora de los elementos constructivos del edificio hasta dar con una o varias soluciones que cumplan el CTE-DB-HE 1 2013: limitación de la demanda energética y entre ellas elegir la más adecuada.

6.1.5.1. Elementos constructivos actuales

- Cerramiento: Fachada revestida con mortero mono capa de dos hojas de fábrica sin cámara de aire.
- Tabiquería: Tabique de una hoja con revestimiento.

6.1.5.2. Propuestas de mejora con fachada ventilada

6.1.5.2.1. 1º propuesta de mejora

- Cerramiento: fachada ventilada con placas cerámicas, con cámara de aire de 5 cm de espesor compuesta por:
 1. Revestimiento de placa de gres porcelánico de 1 cm.
 2. Cámara de aire muy ventilada de 5 cm.
 3. Lana mineral de 5 cm.
 4. Fábrica de ladrillo cerámico perforado de 12 cm.
 5. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.

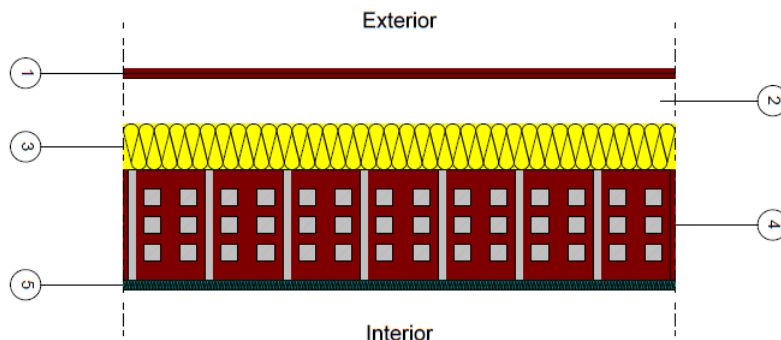


Ilustración 19. Fachada ventilada con placas cerámicas.

- Tabiquería: Tabique de dos hojas con revestimiento.

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto (**21,1%**), respecto al edificio de referencia, es inferior al mínimo establecido en la tabla 2.2 de CTE-DB-HE1 (**25%**), por lo que **no se cumple** la limitación de demanda energética, según el apartado 2.2.1.1.2 de CTE-DB-HE 1, para edificios de otros usos.

6.1.5.2.2. 2º propuesta de mejora

- Cerramiento: Fachada ventilada con placas compactas de minerales polímeros, con cámara de aire de 5 cm compuesta por:
 1. Revestimiento de 1,1 cm.
 2. Cámara de aire muy ventilada de 5 cm.
 3. Lana mineral de 5 cm.
 4. Fábrica de ladrillo cerámico perforado de 12 cm.
 5. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.

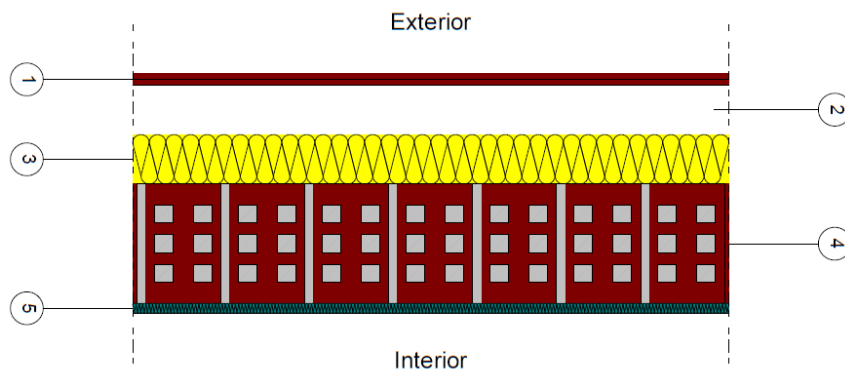


Ilustración 20. Fachada ventilada con placas compactas de minerales polímeros.

- Tabiquería: Tabique de una hoja con trasdosado a ambas caras.

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto (**23,4%**), respecto al edificio de referencia, es inferior al mínimo establecido en la tabla 2.2 de CTE-DB-HE1 (**25%**), por lo que **no se cumple** la limitación de demanda energética, según el apartado 2.2.1.1.2 de CTE-DB-HE1.

6.1.5.3. Propuestas de mejora con fachada de doble hoja

6.1.5.3.1. 3º propuesta de mejora

- Cerramiento: fachada ventilada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire de 4 cm de espesor compuesta por:
 1. Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista hidrofugado de 11,5 cm.
 2. Cámara de aire muy ventilada de 4 cm.
 3. Lana mineral de 5 cm.
 4. Fábrica de ladrillo cerámico perforado de 12 cm.
 5. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.

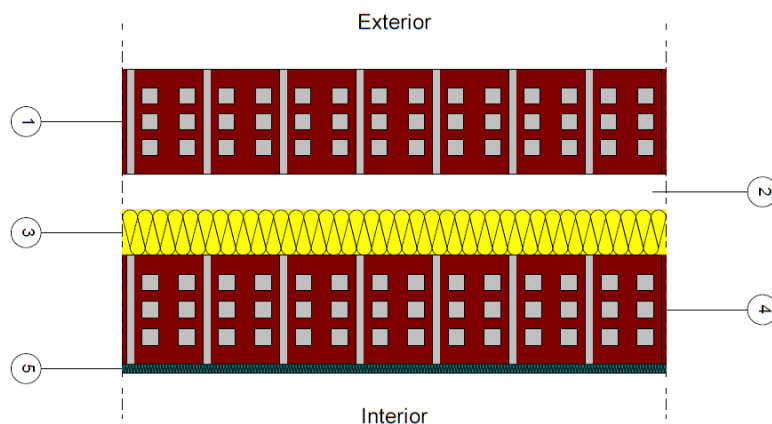


Ilustración 21. Fachada ventilada cara vista de dos hojas de fábrica.

- Tabiquería: Tabique de dos hojas con revestimiento compuesto por:
 1. Revoco liso con acabado lavado de cal de 1 cm.
 2. Fábrica de ladrillo cerámico hueco.
 3. Lana mineral de 4 cm.
 4. Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 6,5 cm.
 5. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.

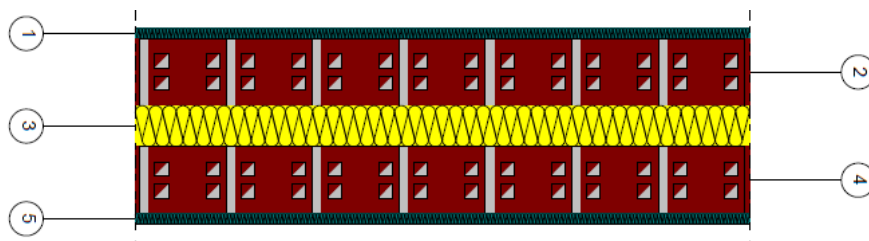


Ilustración 22. Tabique de dos hojas con revestimiento.

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto (**21,6 %**), respecto al edificio de referencia, es inferior al mínimo establecido en la tabla 2.2 de CTE-DB-HE1 (**25%**), por lo que **no se cumple** la limitación de demanda energética, según el apartado 2.2.1.1.2 de CTE-DB-HE1.

6.1.5.4. Propuestas de mejora con sistema 'ETICS' en la fachada

6.1.5.4.1. 4º propuesta de mejora

- Cerramiento: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS' compuesta de:
 1. Mortero decorativo 0,3 cm.
 2. Mortero base 0,5 cm.
 3. Panel rígido de lana de roca de 6 cm.
 4. Mortero base de 0,5 cm.
 5. Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 11 cm.
 6. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.

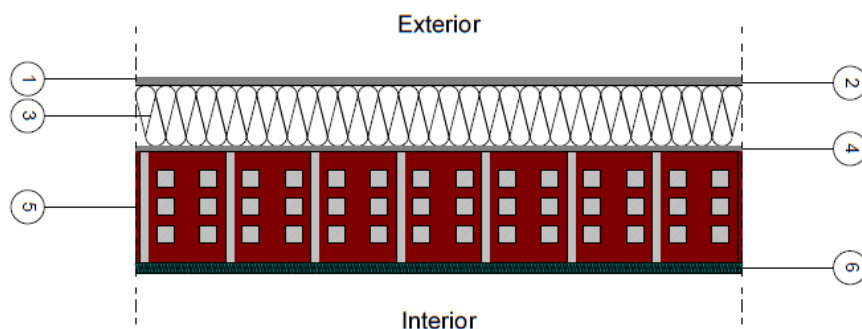


Ilustración 23. Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior sistema 'ETICS'.

- Tabiquería: Tabique de dos hojas con trasdosado en ambas caras compuesto por:
 1. Revoco liso con acabado de mortero de cal de 1cm.
 2. Placa de yeso laminado de 1,5 cm.
 3. Lana mineral de 4,5 cm.
 4. Separación de 1,3 cm.
 5. Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 6,5 cm.
 6. Lana mineral de 4 cm
 7. Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 6,5 cm.
 8. Separación de 1,3 cm.
 9. Lana mineral de 4,5 cm.
 10. Placa de yeso laminado de 1,5 cm.
 11. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.

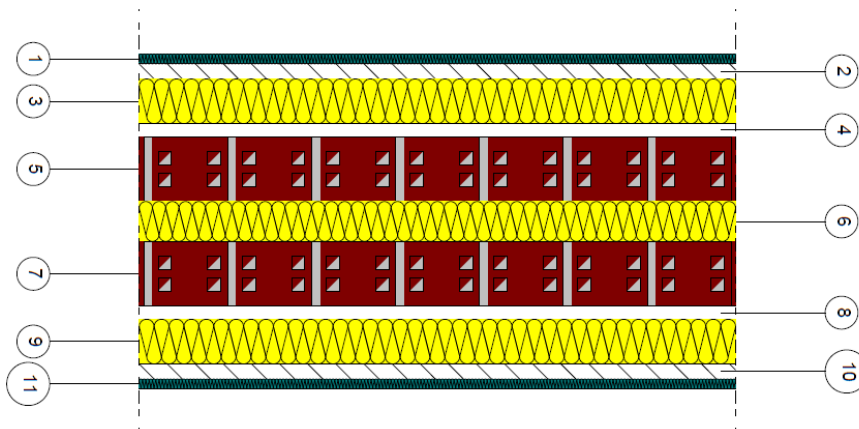


Ilustración 24. Tabique de dos hojas con trasdosado en ambas caras.

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto (**26,5%**), respecto al edificio de referencia, es mayor al mínimo establecido en la tabla 2.2 de CTE-DB-HE1 (**25%**), por lo que **se cumple** la limitación de demanda energética, según el apartado 2.2.1.1.2 de CTE-DB-HE1.

6.1.5.4.2. 5º propuesta de mejora

- Cerramiento: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'.
- Tabiquería: Tabique de dos hojas con revestimiento.

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto (**21,8%**), respecto al edificio de referencia, es inferior al mínimo establecido en la tabla 2.2 de CTE-DB-HE1 (**25%**), por lo que **no se cumple** la limitación de demanda energética, según el apartado 2.2.1.1.2 de CTE-DB-HE1.

6.1.5.4.3. 6º propuesta de mejora

- Cerramiento: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'.
- Tabiquería: Tabique de una hoja con trasdosado a ambas caras compuesto por:
 1. Revoco liso con acabado de mortero de cal de 1cm.
 2. Placa de yeso laminado de 1,5 cm.
 3. Lana mineral de 4,5 cm.
 4. Separación de 1,3 cm.
 5. Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 6,5 cm.
 6. Separación de 1,3 cm.
 7. Lana mineral de 4,5 cm.
 8. Placa de yeso laminado de 1,5 cm.
 9. Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal de 1 cm.

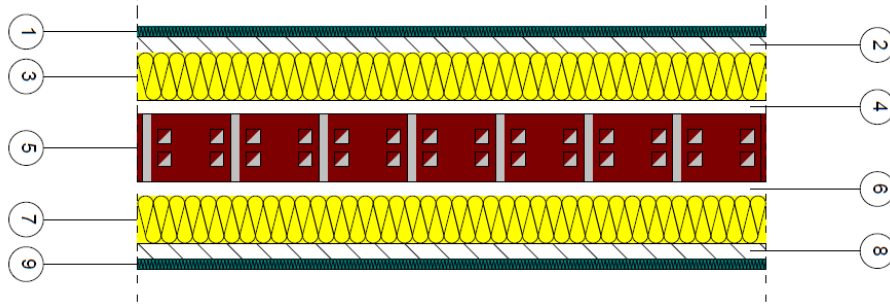


Ilustración 25. Tabique de una hoja con trasdosado a ambas caras.

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto (**25,5%**), respecto al edificio de referencia, es inferior al mínimo establecido en la tabla 2.2 de CTE-DB-HE1 (**25%**), por lo que **se cumple** la limitación de demanda energética, según el apartado 2.2.1.1.2 de CTE-DB-HE1.

6.1.5.5. Propuesta elegida

La propuesta elegida ha sido la 6º, la que está formada por:

- Cerramiento: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'.
- Tabiquería: Tabique de una hoja con trasdosado a ambas caras.

Se ha elegido esta propuesta y no la 4º que utiliza tabique de dos hojas ya que el edificio ya cuenta con una tabiquería de una hoja y se simplificaría la remodelación.

Para más información sobre la propuesta elegida y la comparativa con la situación actual ir al **Anexo III: Propuesta de mejora de elementos constructivos mediante CYPECAD MEP**.

6.2. Instalación de salubridad

La instalación de salubridad se divide en los siguientes apartados:

- Protección frente a la humedad.
- Recogida y evacuación de residuos.
- Calidad del aire interior.
- Suministro de agua.
- Evacuación de aguas.

Las instalaciones de calidad del aire interior y recogida y evacuación de residuos no pueden realizarse en el programa CYPECAD MEP para el edificio de estudio, debido a que se trata de un edificio de uso terciario. Aun así, se han calculado manualmente dichas instalaciones como se detalla en el apartado **7. Cálculo manual de las instalaciones mecánicas** de esta memoria.

6.2.1. Protección frente a la humedad

El programa CYPECAD MEP permite limitar la presencia de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

6.2.1.1. Marco normativo

El módulo del programa CYPECAD MEP protección frente a la humedad CTE-DB-HS 1 genera un documento que incluye los condicionantes exigidos en el CTE-DB-HS 1 para muros de sótano, suelos, fachadas y cubiertas. También comprueba el grado de impermeabilidad en fachadas según dicha exigencia básica del CTE.

6.2.1.2. Elementos del edificio que intervienen en la protección frente a la humedad

La protección frente a la humedad depende de las características de los siguientes elementos constructivos que componen el edificio. A continuación, se muestran los elementos que deben ser tenidos en cuenta en el cumplimiento de la protección frente a la humedad.

6.2.1.2.1. Muros

Los muros presentes en los edificios que influyen en la protección frente a la humedad del edificio son:

- Cerramientos:

Estos elementos constructivos se clasifican según su ubicación en: fachadas (en contacto con el ambiente exterior) y medianerías (en contacto con otros edificios). La protección frente a la humedad de estos cerramientos depende de la resistencia a la filtración de:

- El revestimiento exterior.
- La barrera contra la penetración de agua, la cual puede estar formada por: cámara de aire (sin ventilar o ventilada), aislante no hidrófilo y revestimiento interior.

- La hoja principal, donde se especifica el material, las juntas entre las piezas y el revestimiento intermedio.
- Muros de sótano:

Estos cerramientos verticales en contacto con el terreno se utilizan para construir plantas bajo rasante. El grado de protección frente a la humedad de este elemento depende del tipo de muro (de gravedad, flexorresistente o pantalla) y del tipo de impermeabilización.

- Forjados:
 - Cubiertas: Estos cerramientos superiores en contacto con el ambiente exterior se definen como azoteas o tejados. La protección frente a la humedad de estos elementos depende de:
 - La formación de pendientes.
 - El tipo de impermeabilización.
 - La presencia de cámara de aire ventilada.
- Soleras: Los forjados sanitarios o soleras son los cerramientos que están en contacto con el terreno. Estos elementos aíslan de la humedad al edificio.

6.2.1.3. Comprobación del cumplimiento

Una vez definido el edificio con los elementos constructivos correspondientes, el programa comprueba el cumplimiento del CTE-DB-HS1: protección frente a la humedad. Se procesan los elementos constructivos y se calcula la filtración de humedad hacia el interior del edificio y hacia sus cerramientos.

Dependiendo de las características de los elementos constructivos, la solución para justificar el cumplimiento en fachadas de la exigencia puede ser diferente. El programa ofrece todas las soluciones para cumplir la exigencia indicando lo que le falta para satisfacer cada una de estas posibles soluciones.

Para realizar los cálculos de protección frente a la humedad en la cubierta se ha tenido que especificar que la formación de pendientes es de tablero cerámico y tabicones aligerados sobre forjado de hormigón. Además, el tipo de impermeabilización en la cubierta es de material bituminoso o bituminoso modificado.

6.2.1.4. Resultados

El programa genera una ficha justificativa donde se especifican los requisitos que deben cumplir los suelos, muros y cubiertas. Este listado se limita a informar de las características que deben poseer los elementos constructivos para cumplir la exigencia, sin comprobar sus propiedades.

La ficha justificativa se encuentra en el **Anexo IV: Cumplimiento del CTE-DB-HS 1: protección frente a la humedad mediante CYPECAD MEP.**

6.2.2. Instalación suministro de agua

Para realizar la instalación de suministro de agua, hay que indicar el nivel de confort y el criterio de simultaneidad en caudal en suministro de agua. En este caso se selecciona un nivel de confort Medio, calculando el caudal simultáneo según la norma UNE 149201.

Se introduce la instalación de suministro de agua teniendo en cuenta que el tipo de instalación depende del caudal y de la presión disponible en la acometida:

- Alimentación directa: Cuando existe suficiente caudal y presión en la red para abastecer a la instalación de suministro de agua del edificio.
- Alimentación directa con grupo de presión: Cuando en la red pública no existe suficiente presión para abastecer a la instalación de suministro de agua del edificio, pero sí existe suficiente caudal.
- Alimentación indirecta con grupo de presión y depósito: Cuando en la red pública no se dispone de suficiente caudal ni de suficiente presión para abastecer a la instalación de suministro de agua del edificio.

En este caso se va a realizar una instalación indirecta con grupo de presión y depósito, en la que se va a introducir los siguientes elementos:

1. Toma y llave de corte de acometida a la red de suministro.
2. Preinstalación de contador.
3. Grupo de presión.
4. Llave de abonado.
5. Llave de corte.
6. Caldera a gasóleo para calefacción y A.C.S con acumulador para A.C.S.
7. Bomba de circulación para retorno de A.C.S
8. Llaves de local húmedo para las tuberías de agua fría y de agua caliente.
9. Consumos de los locales húmedos.

Una vez introducidos todos los elementos de la instalación de suministro de agua, se realiza su conexión mediante tuberías. Hay que tener en cuenta que actualmente el hotel no dispone de un sistema de producción de agua caliente sanitaria por energía solar térmica.

6.2.2.1. Toma y llave de corte de acometida

La toma y llave de corte de acometida se encuentra fuera del edificio en la planta sótano, próxima a la sala de calderas, para introducirla hay que especificar los datos de la red pública de suministro, para el caso de estudio no se va a importar el valor del caudal por lo que se aceptan los valores que aparecen por defecto, es decir, un caudal de 20 litros/segundos y una presión de 30 m.c.a. La arqueta es prefabricada de polipropileno.

6.2.2.2. Preinstalación de contador

Este equipo se dispone para medir la totalidad de los consumos producidos en el edificio, tanto en edificios de un único abonado como de varios. La preinstalación de contador está situada a continuación de la toma y llave de corte de acometida, no se introduce consecutivamente puesto que dichos elementos se conectarán posteriormente mediante una tubería.

6.2.2.3. Grupo de presión

El grupo de presión se utiliza cuando en la red pública no existe suficiente presión para abastecer a la instalación de suministro de agua.

A continuación, se muestran las características y partes del grupo de presión que se encuentra entre la preinstalación de contador y la llave de abonado.

- Caudal: 18,12 m³/hora.
- Presión requerida: 39,20 m.c.a.
- Tipo: caudal variable.
- Numero de bombas: dos.

- Material: acero inoxidable.
- Serie: bombas verticales de 2,2 a 44 kW.
- Alimentación: trifásica.
- Funcionamiento: una bomba de reserva.

6.2.2.4. Elementos de producción de ACS

En el edificio existen elementos que consumen agua fría y agua caliente, por lo que se debe introducir en la instalación un equipo que produzca agua caliente. Se introduce una caldera a gasóleo para calefacción y ACS.

En el programa de Cype se introduce una caldera SADECA EUROBLOCK con una potencia de 476 kW con una temperatura de trabajo de 80° y de regulación automática la cual está situada en la sala de caldera de la planta baja. Esta caldera cuenta con acumulador de A.C.S por lo que no es necesario la introducción de los acumuladores verticales con los que cuenta la instalación del edificio.

6.2.2.5. Llaves de local húmedo

Las llaves de local húmedo se disponen en todos los locales en los que existen aparatos con consumo de agua. Estas llaves permiten interrumpir el paso de agua, tanto fría como caliente, hacia la instalación del recinto.

Por lo tanto, se coloca una llave de local húmedo para el agua fría y para el agua caliente en la entrada de los aseos, baños, vestuarios y cocina.

6.2.2.6. Introducción de los elementos de consumo

Aparatos o equipos que requieren suministro de agua para su utilización. A continuación, se introducen los distintos elementos de consumo que presenta el edificio para cada planta.

6.2.2.6.1. Planta baja

Planta baja	Cantidad
Lava manos	3
Inodoro con cisterna	3
Fregadero no domestico	2

Tabla 32. Elementos de consumo para la planta baja.

6.2.2.6.2. Pisos 1-8

Pisos 1-8	Cantidad
Lavabo	9
Inodoro con cisterna	9
Bidé	9
Bañera de menos de 1,4 metros	9

Tabla 33. Elementos de consumo para los pisos 1-8.

6.2.2.6.3. Bajo cubierta

Bajo cubierta	Cantidad
Lavabo	8
Inodoro con cisterna	8
Bidé	8
Bañera de menos de 1,4 metros	8
Lavadora domestica	1

Tabla 34. Elementos de consumo para la bajo cubierta.

6.2.2.7. Red de retorno de agua caliente

La red de retorno de agua caliente sanitaria debe estar presente en las instalaciones de suministro de agua para evitar que el agua caliente que se encuentra en las tuberías llegue a enfriarse. La red de retorno realiza la recirculación de agua caliente por la red, manteniendo su temperatura y reduciendo el tiempo de su llegada a los puntos de consumo.

Para hacer circular el agua por la tubería se dispone una bomba de circulación para retorno de ACS.

6.2.2.8. Conexión de elementos

Se introducen las tuberías que conectan los distintos elementos de la instalación:

- Desde la toma y llave de corte de acometida a la red de suministro hasta la preinstalación de contador.
- Desde la preinstalación de contador hasta el grupo de presión.
- Del grupo de presión a la llave de abonado. De la llave de abonado hasta la llave de corte y de ahí una parte es mandada a los elementos de consumo de agua fría y otra se introduce a la caldera.
- De la caldera sale agua caliente que suministra a los elementos de consumo de agua caliente.
- De la instalación retorna agua caliente que es introducida de nuevo en la caldera pasando previamente por una bomba.

6.2.2.9. Resultados obtenidos

El programa calcula la instalación de suministro de agua realizando un pre dimensionamiento de la instalación en función del nivel de confort, teniendo en cuenta la presión y velocidad mínimas y máximas de cualquier punto de la instalación.

A continuación, realiza un proceso iterativo de detección de los tramos más desfavorables de la instalación (tramos con mayor pérdida de presión debida al rozamiento y a su altura geométrica), dimensionándolos de manera que la presión y la velocidad se encuentren dentro de los valores establecidos en el CTE-DB-HS 4: suministro de agua.

Para ver los resultados obtenidos sobre el cálculo de la instalación de suministros de agua ir al **Anexo V: Cumplimiento del CTE-DB-HS 4: suministro de agua mediante CYPECAD MEP**.

6.2.3. Instalación de evacuación de aguas

En este apartado se verificará el cumplimiento del CTE-DB-HS5: evacuación de aguas. La información que se tiene acerca de la instalación actual de evacuación de aguas para el edificio es la siguiente:

- Las bajantes de aguas residuales son de PVC con un diámetro de 250 milímetros. Hay 8 bajantes y no existen botes sinfónicos en los cuartos de baño.
- Para la evacuación de las aguas pluviales también se tiene 8 bajantes, cuatro están destinadas a las terrazas del edificio y las otras cuatro a los canalones de la cubierta
- No existen arquetas al final de las bajantes, estas se unen y evacuan en la arqueta exterior al edificio.

6.2.3.1. Evacuación de aguas residuales

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

6.2.3.1.1. Introducción de aparatos sanitarios

La disposición de la red de pequeña evacuación se encuentra bajo el forjado y el nivel de confort es el básico. El primer paso para realizar la instalación de evacuación de aguas es introducir los aparatos sanitarios del edificio.

- Planta baja:

Planta baja	Cantidad
Lava manos	3
Inodoro con cisterna	3
Fregadero no domestico	2

Tabla 35. Aparatos sanitarios para la planta baja.

- Pisos 1-8:

Pisos 1-8	Cantidad
Lavabo	9
Inodoro con cisterna	9
Bidé	8
Bañera de menos de 1,4 metros	9

Tabla 36. Aparatos sanitarios para los pisos 1-8.

- Bajo cubierta:

Bajo cubierta	Cantidad
Lavabo	8
Inodoro con cisterna	8
Bidé	8
Bañera de menos de 1,4 metros	8
Lavadora domestica	1

Tabla 37. Aparatos sanitarios para la bajo cubierta.

6.2.3.1.2. Bajantes

Desde los elementos de la instalación de evacuación de aguas residuales se realiza el trazado de la instalación. Se disponen las derivaciones individuales y los ramales colectores necesarios para evacuar las aguas residuales de los aparatos.

Las tuberías horizontales van desde los aparatos sanitarios hasta la bajante menos el inodoro que se conecta directamente a la bajante.

6.2.3.1.3. Colectores

Después de introducir la red de pequeña evacuación de aguas residuales y las bajantes se introducen las arquetas. El programa advierte de que deben de existir arquetas para cambios de dirección de las bajantes o un encuentro entre colectores. La única arqueta del edificio se encuentra en el exterior conectada al pozo de registro y este a su vez a la red general de saneamiento.

6.2.3.1.4. Pozo de registro

Los pozos de registro sirven para realizar un correcto mantenimiento de la red antes de la conexión con la red general de saneamiento. El pozo de registro se conecta con la red general de saneamiento.

6.2.3.1.5. Terminal de aireación

Para proteger la instalación de evacuación contra las sobrepresiones, subpresiones y acceso de olores se colocan terminales de aireación para cada bajante en la cubierta.

6.2.3.2. Evacuación de aguas pluviales

Para la evacuación de aguas pluviales es necesario conocer en qué isoyeta se encuentra Logroño y en qué zona pluvial para la obtención de la intensidad pluviométrica. Esta se obtiene de la figura B.1 “Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas” del CTE-DB-HS 5: evacuación de aguas.

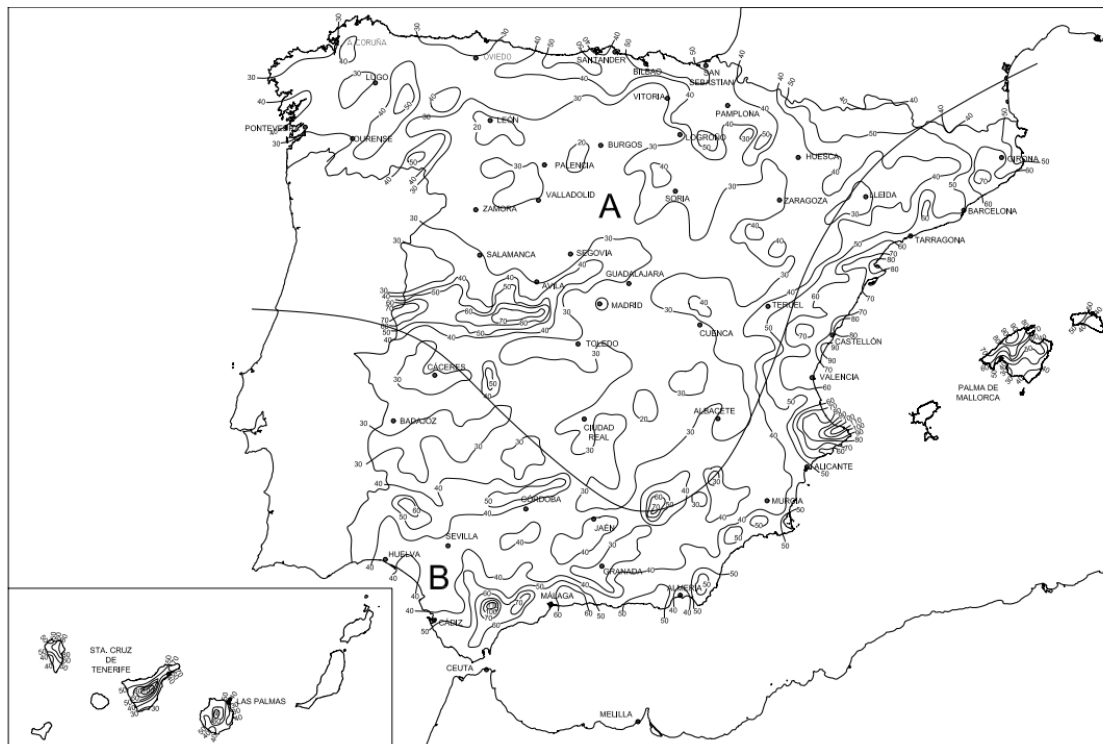


Ilustración 26. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas.

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70
Zona A	30	65	90	125	155	180	210
Zona B	30	50	70	90	110	135	150

Tabla 38. Intensidad pluviométrica i (mm/h).

Logroño pertenece a una zona A y a la isoyeta 30 por lo que le corresponde una intensidad pluviométrica de 90 (mm/h).

6.2.3.2.1. Introducción de áreas de pluviales

Antes de introducir los aparatos de recogida y evacuación del agua procedente de las precipitaciones atmosféricas se introducen las superficies a las que sirven estos equipos. En el edificio se definen las siguientes áreas pluviales:

- Cubierta del edificio.
- Terrazas y el tendedero de la planta bajo cubierta.
- Patio en la entreplanta.
- patio interior y patio del primer piso.

6.2.3.2.2. Introducción de aparatos de recogida y evacuación de aguas

En este caso se utilizan dos tipos de aparatos de recogida de agua pluviales:

- Sumideros sinfónicos para evacuar el agua de la terraza y del tendedero.
- Canales y tuberías verticales para evacuar el agua de la cubierta.

Se colocan las tuberías uniendo los sumideros con el punto donde se dispondrán las bajantes. Las bajantes conducen las aguas pluviales desde la red de pequeña evacuación hasta la planta sótano donde se unen a las tuberías de evacuación de aguas residuales y salen a la arqueta exterior del edificio.

6.2.4. Resultados obtenidos

En los resultados obtenidos se muestran las características (diámetros, longitudes, coeficientes de simultaneidad, pendientes, etc.) de la red de pequeña evacuación y bajantes, obtenidas tras realizar el dimensionado de la instalación de evacuación de aguas.

Estos resultados se encuentran en el *Anexo VI: Cumplimiento del CTE-DB-HS 5: evacuación de aguas mediante CYPECAD MEP*.

6.3. Instalación de energía solar térmica mediante CYPECAD MEP

El módulo del programa permite diseñar instalaciones capaces de cubrir demandas de agua caliente mediante la incorporación en los edificios de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. En el diseño de la instalación de energía solar térmica se contempla normativa CTE-DB-HE 4: contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Primero se definen las características necesarias para el cálculo de la instalación de energía solar térmica:

- Sistema de captación solar térmica: colectivo.
- Producción de A.C.S: centralizada con interacumulador.
- Acumulación para el sistema de captación solar: centralizada con interacumulador.
- Tipo de energía auxiliar: gasóleo.
- Cobertura solar: 50%.
- Temperatura de acumulación: 60°C.

6.3.1. Elementos que componen la instalación de energía solar

La instalación de energía solar térmica se divide en dos circuitos: un circuito primario (solar) y un circuito secundario (de ACS).

6.3.1.1. Elementos que componen el circuito primario

El circuito primario, también llamado circuito solar, se encarga de absorber la radiación solar y transmitir dicha energía al agua. Este circuito parte desde los captadores solares y finaliza en el acumulador o intercambiador. A continuación, se muestran los elementos que componen este circuito.

6.3.1.1.1. Captador solar térmico

Este dispositivo se encuentra diseñado para absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

Los captadores solares térmicos se encuentran instalados en cubierta inclinada. Cuando se introducen estos equipos se deben tener en cuenta las pérdidas de radiación solar que pueden experimentar debido a sombras circundantes (temporales, del propio edificio y debidas a la situación).

Los captadores solares son los primeros elementos en introducirse en la instalación de energía solar térmica. En este caso se disponen de dos conjuntos de captación, el primero con 3 captadores solares térmicos y el segundo con 4 captadores, todos ellos formados por baterías de 5 módulos.

Cada módulo tiene las siguientes características:

- Superficie útil: 2,1 m².
- Dimensiones: 135x2115x112 mm.
- Rendimiento óptico: 0.75.
- Coeficientes de perdidas primario: 3.993 W/m²K.

En total se tiene una superficie de captación de 73,5 m².

6.3.1.1.2. Interacumulador de intercambio colectivo

En el interacumulador de intercambio (simple o colectivo) se realiza la transferencia de calor del circuito primario al circuito secundario (de ACS), y se almacena el agua caliente sanitaria para el edificio.

En la terraza y en el tendedero de la planta bajo cubierta se disponen de dos interacumuladores de intercambio colectivo, uno por cada conjunto de captación. La capacidad total de los interacumuladores es de 3.900 litros.

6.3.1.1.3. Bomba de circulación

Este equipo se utiliza para hacer circular el agua en el circuito. Hay dos bombas que se disponen en la planta bajo cubierta entre las montantes y los interacumuladores de intercambio colectivo en las tuberías de impulsión.

6.3.1.2. Elementos que componen el circuito secundario

El circuito secundario o circuito de ACS suministra el agua caliente sanitaria almacenada en el interacumulador al equipo productor o equipos productores de ACS del edificio.

El interacumulador simple de ACS auxiliar se dispone para producir y almacenar agua caliente sanitaria para su suministro en los diferentes puntos de consumo.

En la terraza y en el tendedero de la planta bajo cubierta también se disponen de dos interacumuladores simple de ACS auxiliar, con una capacidad total de 3.900 litros la misma capacidad que los interacumuladores de intercambio colectivo.

6.3.2. Trazado de la instalación

La unión de los diferentes equipos que componen la instalación de energía solar térmica se realiza mediante tuberías, las cuales pueden ser de impulsión o de retorno.

6.3.3. Resultados

Una vez definida la instalación de energía solar térmica, el programa comprueba si el trazado de la instalación es correcto y si existen sombras sobre los captadores solares térmicos.

El programa tiene en cuenta la instalación de suministro de agua realizada anteriormente para dimensionar la instalación de energía solar en función de los consumos presentes en el edificio.

El programa realiza la verificación del cumplimiento del CTE-DB-HE 4: contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Para consultar los resultados obtenidos ir al **Anexo VII: Cumplimiento del CTE-DB-HE 4: instalación de energía solar térmica mediante CYPECAD MEP.**

6.4. Instalación de climatización

6.4.1. Conjunto de recintos

Para realizar la instalación de climatización se deben agrupar aquellas estancias que vayan a climatizarse con la misma instalación.

6.4.2. Cargas térmicas

Definidos todos los recintos del edificio, se realiza el cálculo de cargas térmicas. También se ha realizado el estudio de las cargas térmicas para la propuesta de mejora de los elementos constructivos.

Ambos resultados se encuentran en el *Anexo VIII: Cargas térmicas situación actual y propuesta de mejora de elementos constructivos mediante CYPECAD MEP*.

6.4.3. Introducción de la instalación

Una vez calculadas las cargas térmicas de climatización se introducen los elementos de la instalación. La instalación de climatización del edificio es un sistema aire-agua.

Los recintos climatizados son:

- Las habitaciones.
- Salones-comedores.
- Recepción.
- Despachos.

La introducción de los distintos elementos del sistema de climatización se va a realizar según el sentido del caudal de circulación de aire y de agua. Primeramente, se introducirá el sistema de conducción de aire formado por:

- Fancoils interiores.
- Conductos de aire.
- Rejillas de aire de impulsión.
- Rejillas de retorno.

6.4.3.1. Calefacción

Posteriormente, se diseñará el sistema de conducción que para el caso de calefacción constará de:

- Caldera a gasóleo de pie.
 - o Tipo de caldera: convencional.
 - o Temperatura de impulsión: 80°C.
 - o Salto térmico: 20 °C.
 - o Potencia: 476 kW.
 - o Rendimiento: 88%.
- Bomba de circulación de roto seco.
- Tuberías horizontales y verticales de conducción de agua.

6.4.3.2. Refrigeración

La instalación de refrigeración constará de:

- Unidad aire-agua de refrigeración para instalación interior.
 - o Potencia nominal: 372 kW.
 - o Temperatura de impulsión: 7 °C.
 - o Temperatura de retorno: 12°C.
- Bomba de circulación de roto seco.
- Tuberías horizontales y verticales de conducción de agua.

6.4.3.3. Fan coils de techo con sistema de dos tubos

Los fan coils son unidades no autónomas para la climatización. Los fan coils que se encuentran en las habitaciones del edificio son de techo con sistema de dos tubos y distribución por conductos.

Antes de introducir los fancoils, se debe definir las características de cada uno de ellos. El fancoil que se va a colocar en las habitaciones tiene las siguientes características:

- Potencia frigorífica total: 0,87 kW.
- Potencia frigorífica sensible: 0,56 kW.
- Potencia calorífica: 0,76 kW.
- Caudal de agua: 0,358 m³/h.
- Caudal del aire: 90 m³/h.
- Presión de aire: 60 Pa.

6.4.3.3.1. Rejillas de impulsión y retorno

Todas las rejillas de impulsión y de retorno de los fan coils de las habitaciones son de aluminio con una dimensiones de 225x125 mm. Los conductos que unen los fan coils con las rejillas de impulsión y de retorno son de lana mineral con un espesor de 25 mm.

6.4.3.4. Fan coil de cassette sistema de dos tubos

El edificio también cuenta con fan coils de cassette para la climatización de diferentes recintos. Una por cada recinto:

- Planta baja:
 - o Recepción.
 - o Salón comedor.
 - o Zona de bar.
- Entreplanta:
 - o Salón de reuniones.
 - o Salón comedor.

Las características de los fan coil de cassette del edificio con las siguientes:

- Potencia frigorífica total: 4,94 kW.
- Potencia frigorífica sensible: 3,09 kW.
- Potencia calorífica: 5,55 kW.
- Caudal de agua: 0,941 m³/h.
- Caudal del aire: 590 m³/h.

6.4.4. Resultados obtenidos

Para más información sobre el cumplimiento del CTE-DB-HE 2: rendimiento de las instalaciones térmicas ir al *Anexo IX: Cálculo instalación de climatización mediante CYPECAD MEP*.

7. Cálculo manual de las instalaciones mecánicas actuales

7.1. Recogida y evacuación de residuos

Se ha analizado el sistema actual de recogida y evacuación de residuos del edificio, realizando una propuesta de mejora según el CTE-DB-HS 2: recogida y evacuación de residuos. El edificio no cuenta con un almacén de basura, los empleados son los encargados de sacar la basura diariamente a los contadores de la calle.

La propuesta de mejora fomenta el reciclaje, ahorra tiempo a los empleados y supone una mayor comodidad en la realización de la recogida y evacuación de residuos.

Para más información sobre este apartado ir al *Anexo X: Cumplimiento del CTE-DB-HS 2: recogida y evacuación de residuos*.

7.2. Calidad del aire interior

Aunque la instalación de ventilación no se ha podido llevar a cabo mediante el programa CYPECAD MEP se ha seguido el CTE-DB-HS 3: calidad del aire interior para realizar el dimensionado de la instalación de ventilación del edificio.

Se han calculado las aberturas de ventilación y los conductos de extracción. Para ver los resultados obtenidos ir al *Anexo XI: Cumplimiento del CTE-DB-HS 3: calidad del aire interior*.

7.3. Evacuación de aguas

La instalación de evacuación de aguas tanto residuales como pluviales se ha llevado a cabo con el programa CYPECAD MEP. También se han realizado los cálculos manuales de la instalación siguiendo el CTE-DB-HS 5: evacuación de aguas. Los cálculos realizados se encuentran en el *Anexo XII: Cumplimiento del CTE-DB-HS 5: evacuación de aguas*.

8. Cogeneración y trigeneración

8.1. Cogeneración

La cogeneración permite producir electricidad y calor simultáneamente, por lo que ayuda al ahorro de energía. Las ventajas del uso de esta técnica son:

- Tiene alta eficacia, esto resulta a un menor consumo de combustibles y menores emisiones de CO₂ perjudiciales para el medio ambiente.
- Genera menos pérdidas a la red eléctrica, ya que se suelen estar instaladas cerca del punto de consumo, lo que significa una generación más distribuida.
- Al producir electricidad, incentiva a una mayor competencia entre los productores de energía ya que permite la entrada al mercado a nuevos competidores.
- Oportunidad de crear nuevas empresas.

Una central termoeléctrica tradicional produce energía con la quema de combustibles fósiles, que produce energía térmica, la cual se transforma en energía mecánica que hace mover un motor térmico, produciéndose así la electricidad gracias a la acción de un alternador. Estas centrales tradicionales se basaban en transformar esa energía térmica en mecánica mediante el uso de vapor o una turbina de gas. Las plantas que utilizan este sistema, normalmente la producción de energía no supera el 45% de rendimiento, ya que el resto se desecha a la atmósfera, ya sea por gases de escape a través de las chimeneas, en los sistemas de condensación y por el enfriamiento del ciclo termodinámico.

8.1.1. La cogeneración en el Mundo y en Europa.

Según la Agencia Internacional de la Energía, IEA según sus siglas en inglés, estima que a nivel global la potencia de generación instalada es de 330 GW, representando un 9% de la electricidad producida. Países como Alemania y Rusia tienen una alta penetración en los sistemas de cogeneración. En España este tipo de sistemas son más complicados de instaurar debido a las condiciones climáticas y también se tiene que tener en cuenta la refrigeración.

La cogeneración tiene una gran demanda de producción eléctrica en países fríos, debido a las energías de distrito, contribuyendo así en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Actualmente la potencia de cogeneración en Europa es de 150 GW.

8.1.2. La cogeneración en España

Los datos oficiales obtenidos por la Asociación Española de Cogeneración son los siguientes:

- Unos 6.110 MW de potencia instalada.
- Más de 900 instalaciones (generación distribuida).
- Las industrias vinculadas a cogeneración mantienen 1,4 millones de puestos de trabajo.
- Genera más de 4.500 empleos directos y cerca de 7.000 puestos de trabajo indirectos adicionales.
- Supone el 7% de la energía final consumida, utiliza el 20% del consumo nacional de gas natural (40% consumo industrial) y el 30% de la generación con biomasa es cogeneración.
- Factura más de 4.500 millones de euros.
- 33.700 GWh producidos (2011).
- Cobertura del 12% de la demanda de electricidad del país.
- Aporta al país beneficios netos de entre 1.000 y 1.200 M€ al año entre ahorro de combustibles, emisiones y pérdidas en la red.
- Ahorro de energía primaria de 1.500.000 tep/año.
- Reduce el 2% de las importaciones energéticas en España y el 3,2% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Profundizando más en las producciones y potencias instaladas en España; desde el año 1987, las plantas de cogeneración han ido en aumento hasta llegar a su máximo de nuevas instalaciones en 1999, a partir de este año, el número de plantas que se abrían por año ha ido decreciendo.

8.1.3. Elementos de una planta de cogeneración

Los elementos comunes a cualquier planta de cogeneración son los siguientes:

- Fuente de energía primaria: gas natural, gasóleo, fuelóleo...
- Elemento motor: encargado de convertir energía térmica o química en mecánica.
- Sistema de aprovechamiento de energía mecánica: formado por un alternador que la transforma en eléctrica.
- Sistema de aprovechamiento de calor: puede tratarse de calderas recuperadoras de calor de gases de escape, secaderos o intercambiadores de calor, o incluso unidades de absorción que producen frío a partir de este calor de baja entalpía.
- Sistemas de refrigeración: hay una parte de la energía térmica contenida en el combustible que no podrá ser aprovechada en la planta y deberá ser evacuada.
- Sistema de control: Se encarga del gobierno de las instalaciones, normalmente muy automatizadas.
- Sistema eléctrico: Permite tanto la alimentación de los equipos auxiliares de la planta, como la exportación/importación de energía eléctrica necesaria para cumplir el balance.
- Otros sistemas auxiliares: Como aire comprimido, ventilación, aire acondicionado, etc. propio de los procesos industriales.

8.1.4. Cogeneración con turbina de vapor

En las turbinas de vapor la energía mecánica se produce por la expansión de vapor a alta presión en una turbina a la que está acoplada un generador eléctrico, el rango de empleo de éstas es de 0,5 – 1,5 MW.

Su eficiencia total en base a la turbina de vapor es de 80-85%, en cambio, la eficiencia eléctrica es de 15-30%. Esto se debe a que generan electricidad como un producto secundario, a lo que hay que maximizar la producción de vapor. La relación calor/electricidad para turbinas de vapor es siempre superior a 3, y normalmente con valores cercanos a 10.

Dependiendo de la presión de salida del vapor de la turbina se clasifican en dos tipos:

- Turbinas de contrapresión.
- Turbinas de extracción.

Las turbinas de extracción son las más utilizadas ya que permiten independizar los requerimientos de calor y electricidad.

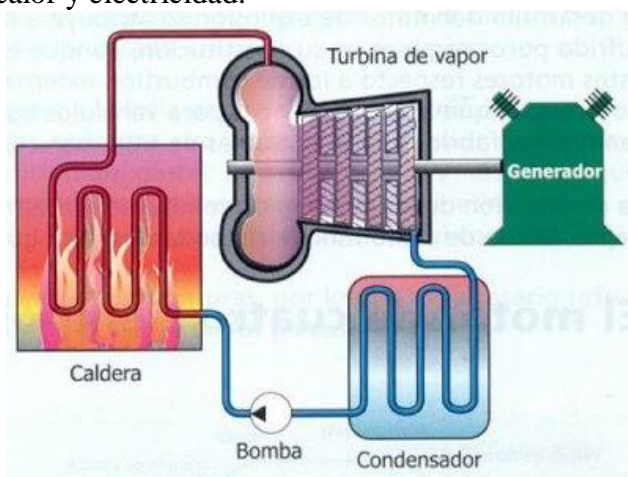


Ilustración 27. Esquema turbina de vapor

8.1.4.1. Ventajas

- Gran disponibilidad (tiempo que se encuentra funcionando) (99%).
- Tiempo entre paradas para el mantenimiento es mayor al año.
- Vida operacional alrededor de 50 años.
- Trabajan en gran rango de presiones, temperaturas y caudales.
- Aplicables a un amplio rango de procesos adecuados a las necesidades del usuario.

8.1.4.2. Desventajas

- Prolongado periodo de precalentamiento de las turbinas (hasta un día).
- Alta generación de ruido y bajo rendimiento eléctrico.

8.1.4.3. Beneficios socioeconómicos y medioambientales

- Disminución de consumos de energía primaria, importaciones de combustible, emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2), pérdidas de sistema eléctrico, inversiones en transporte y distribución.
- Incremento de la eficiencia de conversión de energía, la garantía de potencia y la calidad del servicio eléctrico.
- Descentralización de la generación de electricidad, diversificación de las plantas de generación y mayor competencia en el mercado eléctrico.
- Ahorro significativo de costos y aumento de la competitividad industrial.

8.1.4.4. Beneficios de la mitigación del cambio climático

- Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.
- En caso de disponibilidad de biomasa u otros materiales residuales, como gases de refinería o de proceso, residuos acumulados... pueden emplearse como combustibles.

8.1.5. Cogeneración con turbina de gas

En las turbinas de gas se quema combustible en un turbogenerador, que parte de esa energía se transforma en energía mecánica.

Su rendimiento eléctrico es inferior al de los motores alternativos, aunque tienen la ventaja de recuperar fácilmente el calor presente en los gases de escape. Estos gases tienen una temperatura comprendida entre 500 a 600 °C. Son gases relativamente limpios por lo que se pueden aplicar directamente a procesos de secado o pueden ser aprovechados para combustiones posteriores, ya que tienen una concentración de oxígeno del 15%. Dada su alta temperatura, los gases pueden ser usados para producir vapor en la caldera de recuperación.

La cogeneración con turbina de gas es útil para procesos que requieren gran cantidad de energía térmica o en relaciones calor/electricidad mayores a 2.

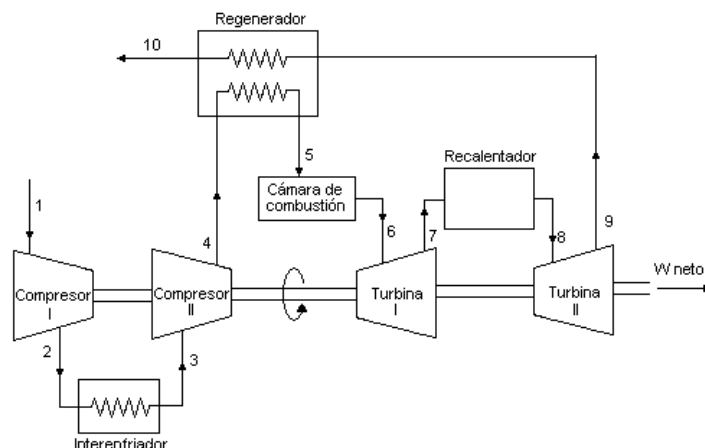


Ilustración 28. Esquema turbina de gas

8.1.6. Cogeneración con ciclo combinado de turbina de gas y vapor

La acción conjunta de una turbina de gas y otra de vapor se denomina “Ciclo combinado”. En este tipo de sistemas los gases de la turbina se pueden desechar a la atmósfera si no se requieren para el aprovechamiento térmico, a través del bypass, o pueden atravesar la caldera de recuperación donde se produce vapor a alta presión. Este vapor puede descomprimirse en una turbina de vapor produciendo energía eléctrica adicional.

El ciclo combinado se aplica en procesos donde la relación calor/electricidad es mayor a 6.

8.1.7. Cogeneración con motores alternativos de combustión interna

Son motores térmicos en los que los gases resultantes de un proceso de combustión (transforma la energía química del combustible en energía mecánica) empujan un émbolo (movimiento lineal de un pistón), en el interior de un cilindro, que hace girar un cigüeñal en el que se obtiene un movimiento de rotación.

Los motores alternativos se dividen en dos grandes grupos: los motores de encendido por chispa y los motores de encendido por compresión.

MOTORES DIESEL (COMPRESIÓN)	MOTORES DE EXPLOSIÓN
Construcción más robusta	Construcción más ligera
Más caros	Más baratos
Más lentos	Más rápidos
Mejor rendimiento térmico	Peor rendimiento térmico
Menos consumo	Más consumo
Más duraderos	Mejor respuesta a las demandas de potencia
Potencia ilimitada	Limitación de potencia

Tabla 39. Tabla comparativa motores de compresión y motores de explosión.

Los motores alternativos de combustión interna (MACI) consisten en un dispositivo de cilindro- émbolo en el que se produce una reacción de combustión y se transforma la energía liberada en un efecto útil mediante un mecanismo biela-manivela.

Las ventajas que se obtienen con este sistema son las siguientes:

- Es una tecnología muy probada y fiable.
- Tiene una eficiencia eléctrica elevada.
- Costes de adquisición relativamente bajos.

8.2. Propuestas cogeneración

Se van a realizar diferentes propuestas de cogeneración para cubrir las necesidades del edificio. En cada propuesta se evaluará el gasto de combustible, mantenimiento y el beneficio obtenido al vender el excedente de energía eléctrica.

8.2.1. Venta energía eléctrica

La venta de excedente de electricidad de las diferentes propuestas queda definida por la Orden IET/3586/2011, del 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.

Las tarifas y primas para las instalaciones de los subgrupos a.11 y a.1.2 se muestran en la siguiente tabla:

Los grupos a.1.1 y a.1.2 son instalaciones de cogeneraciones que utilicen gas natural, gasóleo, fuel-oil o GLP.

Grupo	Subgrupo	Combustible	Potencia	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
a.1	a.1.1		$P \leq 0,5$ MW	16,6694	-
			$0,5 < P \leq 1$ MW	13,6787	-
			$1 < P \leq 10$ MW	11,0864	4,642
			$10 < P \leq 25$ MW	10,5615	3,8437
			$25 < P \leq 50$ MW	10,0893	3,4454

Tabla 40. Tarifas y primas para las instalaciones de cogeneración.

8.2.2. Micro turbinas Capstone

Las turbinas capstone son un ciclo Brayton regenerativo. Estas son formadas por una sola pieza móvil con cojinetes de aire lo que provoca la ausencia total de vibraciones y líquidos lubricantes.

Las principales ventajas de las microturbinas Capstone sobre otras tecnologías son:

- Muy bajas emisiones de NOx.
- Una única parte móvil.
- Mínimo mantenimiento.
- Funcionamiento óptimo a cargas parciales.
- Ausencia de agua de refrigeración. Refrigeradas por aire.
- Ausencia de aceites lubricantes. Cojinetes de aire.
- Sincronización y protecciones de red integradas.
- Capacidad de monitorización y mantenimiento remotos.
- Posibilidad de trabajar con biogás pobre.
- Admiten gases ácidos (H₂S): 70.000 ppm para C30 y 5.000 ppm para el resto.
- Costes de instalación muy bajos. Sistema compacto.
- Conexión a red mediante electrónica de potencia.
- Máxima fiabilidad: plantas modulares con muy alta disponibilidad.
- Extensión de garantía total de 5 años o de 9 años con overhaul incluido.
- Tecnología probada en más de 6.000 máquinas.

8.2.2.1. Capstone C30

Se ha propuesto la utilización de la micro turbina Capstone C30 para cubrir las necesidades energéticas exigidas por el edificio cuyas características son las siguientes:

	Capstone C30
Potencia térmica (kW)	63
Potencia eléctrica (kW)	30
Rendimiento	0,8
Coste (€)	110.000
Mantenimiento (€)	3.300
Rendimiento eléctrico	0,26
Rendimiento térmico	0,547

Tabla 41. Características micro turbina Capstone C30.

Son necesarias dos micro turbinas Capstone C30 para cubrir las necesidades del edificio. Las microturbinas trabajarían las mismas horas que la caldera actual del edificio, es decir 2883 horas al año.

Generación térmica (MWh/año)	EF eléctrica generada (MWh)	Cantidad combustible (MWh)	Energía eléctrica necesaria de la red (MWh/año)
489,26	232,55	894,44	451,88

Tabla 42. Características de la propuesta Capstone C30.

El precio del kWh de gas natural según IBERDROLA es de 0,05 €/kWh, con este dato se calcula el gasto de combustible de la propuesta.

Para calcular el gasto de energía eléctrica, se ha multiplicado el precio actual del kWh, descrito anteriormente (0,14 €/kWh), por la energía eléctrica necesaria de la red para cubrir las necesidades.

	Gasto combustible (€)	Mantenimiento (€)	E. eléctrica (€)	Inversión (€)
Capstone C30	43.389,22	6.600	60.370,72	220.000

Tabla 43. Gastos propuesta Capstone C30.

	Gasto total (€)
Tecnología actual	148.166
Capstone C30	330.360
Diferencia	-182.194

Tabla 44. Tecnología actual vs Capstone C30

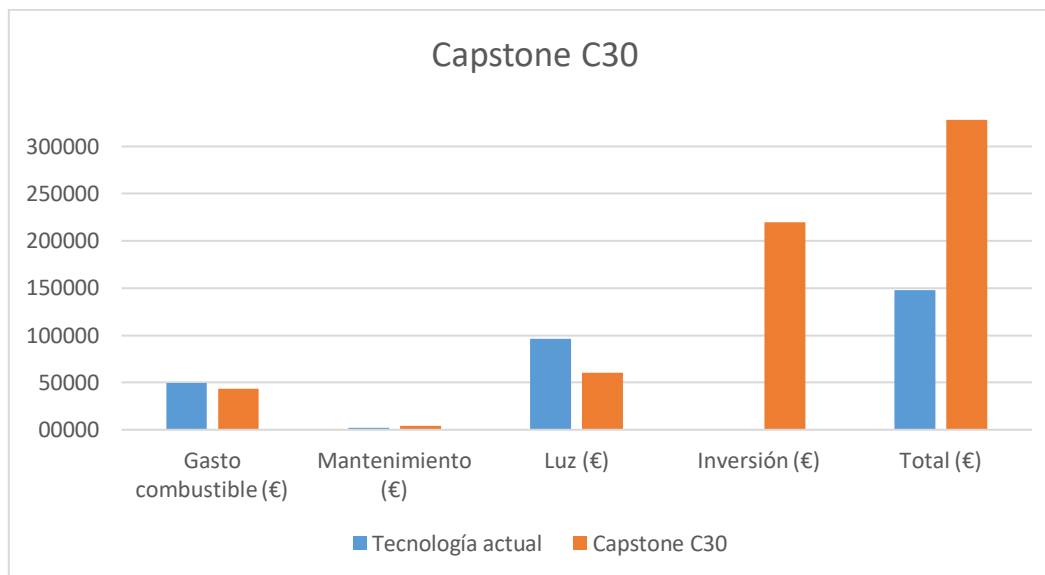


Ilustración 29. Tecnología actual vs Capstone C30.

La propuesta con micro turbinas Capstone C30 tiene un menor gasto en combustible, pero mayor gasto en mantenimiento. Se produce un ahorro en energía eléctrica, debido a la generada por la propuesta. Teniendo en cuenta todos estos factores y la inversión que supondría dicha propuesta, la alternativa no es rentable.

8.2.2.1.1. Consumos de energía final, primaria y emisiones de CO₂

Se han calculado los consumos de energía final para la propuesta con micro turbina Capstone C30, para calcular el consumo de energía final térmico se realiza el cociente entre las necesidades térmicas y el rendimiento térmico de la micro turbina teniendo este un valor de 0,547.

Para calcular los consumos de energía primaria y las emisiones de CO₂ se han aplicado los factores de paso del IDAE.

Energía Primaria	tep EP/tep EF	Emisiones de CO ₂	tCO ₂ /tep EF
Gas Natural	1,07	Gas Natural	2,34
Electricidad	2,35	Electricidad	4

Tabla 45. Factores de paso energía primaria y emisiones para las propuestas de cogeneración y trigeneración.

Datos conversiones	
Conversión kWh - tep	0,000086
Conversión MWh - tep	0,086

Tabla 46. Datos de conversiones de unidades.

	CEF térmico (MWh)	CEF eléctrico (MWh)	CEF total (MWh)	CEP térmico (MWh)	CEP eléctrico (MWh)	CEP total (MWh)
Capstone C30	730,96	451,88	1.182,84	782,13	1.061,91	1.844,04

Tabla 47. Consumo energía final y primaria Capstone C30.

Emisiones térmicas (tCO ₂)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)	Emisiones totales (tCO ₂)
147,1	155,45	302,54

Tabla 48. Emisiones Capstone C30.

8.2.2.1.2. Ahorro en energía primaria y emisiones

Con esta propuesta de cogeneración se generan 235,55 MWh/año de energía eléctrica final, lo que supone un ahorro de 546,5 MWh/año de energía final primaria y 80 toneladas de CO₂.

CEF eléctrico (MWh/año)	CEP eléctrico (MWh/año)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)
235,55	546,5	80

Tabla 49. Ahorro de emisiones eléctricas propuesta Capstone C30.

8.2.2.2. Capstone C65

Se ha propuesto la utilización de la micro turbina Capstone C65 para cubrir las necesidades energéticas exigidas por el edificio cuyas características son las siguientes:

	Capstone C65
Potencia térmica (kW)	120
Potencia eléctrica (kW)	65
Rendimiento	0,82
Coste (€)	182.091
Mantenimiento (€)	4.783
Rendimiento eléctrico	0,29
Rendimiento térmico	0,5357

Tabla 50. Características micro turbina Capstone C65.

Es necesaria una micro turbina Capstone C65 para cubrir las necesidades del edificio. La microturbina trabajaría las mismas horas que la caldera actual del edificio, es decir 2883 horas al año.

Generación térmica (MWh/año)	EF eléctrica generada (MWh)	Cantidad combustible (MWh)	Energía eléctrica necesaria de la red (MWh/año)
465,96	252,25	869,82	432,18

Tabla 51. Características de la propuesta Capstone C65.

Como para la anterior propuesta se calcula el gasto de combustible y el gasto de energía eléctrica que no es cubierto por la propuesta y que es necesario suministrarlo de la red.

	Gasto combustible (€)	Mantenimiento (€)	E. eléctrica (€)	Inversión (€)
Capstone C30	42.194,74	4.783	57.739,82	182.091

Tabla 52. Gastos propuesta Capstone C65.

	Gasto total (€)
Tecnología actual	148.166,40
Capstone C30	286.808,56
Diferencia	-138.642

Tabla 53. Tecnología actual vs Capstone C65.

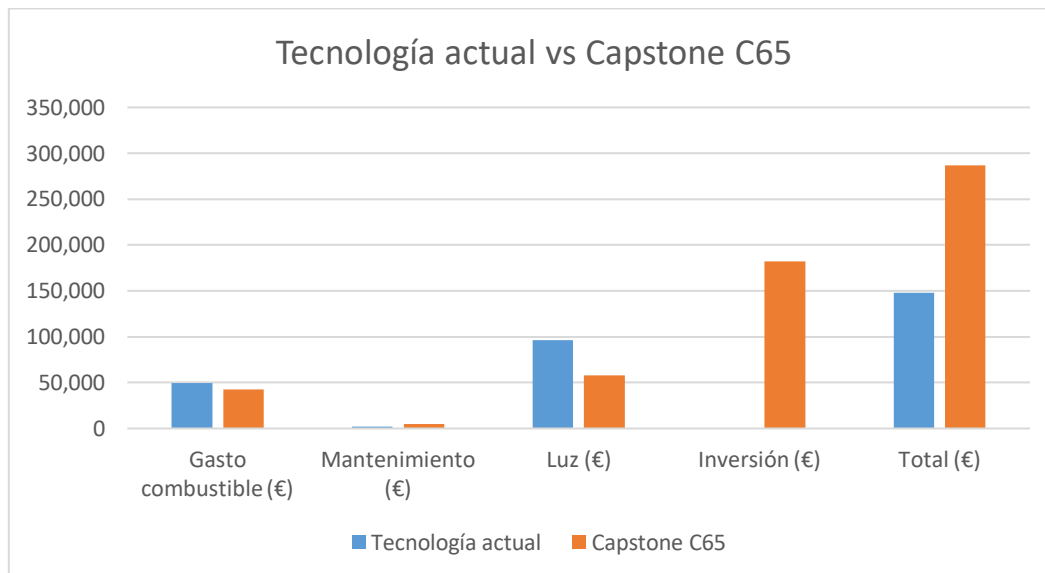


Ilustración 30. Tecnología actual vs Capstone C65.

La propuesta con micro turbinas Capstone C65 tiene un menor gasto en combustible, pero mayor gasto en mantenimiento. Se produce un ahorro en energía eléctrica, debido a la generada por la propuesta. Teniendo en cuenta todos estos factores y la inversión que supondría dicha propuesta, la alternativa no es rentable.

8.2.2.2.1. Consumos de energía final, primaria y emisiones de CO₂

Se han calculado los consumos de energía final para la propuesta con micro turbina Capstone C65, para calcular el consumo de energía final térmico se realiza el cociente entre las necesidades térmicas y el rendimiento térmico de la micro turbina teniendo este un valor de 0,5357.

Para calcular los consumos de energía primaria y emisiones de CO₂ se ha empleado los factores de paso del IDAE descritos anteriormente.

	CEF térmico (MWh)	CEF eléctrico (MWh)	CEF total (MWh)	CEP térmico (MWh)	CEP eléctrico (MWh)	CEP total (MWh)
Capstone C65	746,38	432,18	1.178,56	798,63	1.015,63	1.814,26

Tabla 54. Consumo energía final y primaria Capstone C65.

Emisiones térmicas (tCO ₂)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)	Emisiones totales (tCO ₂)
150,2	148,67	298,87

Tabla 55. Emisiones Capstone C65.

8.2.2.2.2. Ahorro en energía primaria y emisiones

Con esta propuesta de cogeneración se generan 252,25 MWh/año de energía eléctrica final, lo que supone un ahorro de 592,78 MWh/año de energía final primaria y 86,8 toneladas de CO₂.

CEF eléctrico (MWh/año)	CEP eléctrico (MWh/año)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)
252,25	592,78	86,8

Tabla 56. Ahorro de emisiones eléctricas propuesta Capstone C65.

8.2.3. Motores alternativos de combustión interna

8.2.3.1. MACI Smart Block 33

La gama de motores alternativos de combustión interna Smart Block abarcan potencias unitarias de 5,5;7,5;12;16;22;33 y 50 kWe.

Estos equipos emplean motores industriales de gran potencia y alternadores asíncronos refrigerados por agua.

Integran en un único circuito la recuperación de calor de todos los focos disponibles, incluida la condensación en los gases de escape, proporcionando agua a 85°C.

A continuación, se muestran algunas características de dicha tecnología:

- Son aptos para trabajo con gas natural o GLP.
- Operación automática en paralelo con la red y con calderas convencionales.
- Compactos y sencillos de instalar.
- Fácil configuración y manejo.
- Nivel sonoro <50 dB(A).
- Mínimas emisiones: CO < 150 mg/Nm³; NO_x < 125 mg/Nm³.
- Mantenimiento sencillo y asequible.

Se ha propuesto la utilización de un motor alternativo de combustión interna Smart Block 33 con las siguientes características:

	SmartBlock 33
Potencia térmica (kW)	71,60
Potencia eléctrica (kW)	33
Rendimiento	0,81
Coste (€)	87.120
Mantenimiento (€)	5.227
Rendimiento eléctrico	0,33
Rendimiento térmico	0,72

Tabla 57. Características MACI SmartBlock 33.

Es necesario el empleo de dos MACI SmartBlock 33 para cubrir las necesidades del edificio. Se ha seleccionado el SmartBlock 33 y no el SmartBlock 50, porque con el empleo de un SmartBlock 50 no se cubre las necesidades del edificio, y al ser necesario el empleo de dos SmartBlock 50 para cubrir las necesidades la instalación quedaría muy sobredimensionada.

Los SmartBlock trabajarían las mismas horas que la caldera actual del edificio, es decir 2.883 horas al año.

Generación térmica (MWh/año)	EF eléctrica generada (MWh)	Cantidad combustible (MWh)	Energía eléctrica necesaria de la red (MWh/año)
556,05	256,46	770,14	427,97

Tabla 58. Características de la propuesta SmartBlock 33.

Como en la anterior propuesta se calcula el gasto de combustible y el gasto de energía eléctrica que no es cubierto por la propuesta y que es necesario suministrarlo de la red.

	Gasto combustible (€)	Mantenimiento (€)	E. eléctrica (€)	Inversión (€)
Smart Block 33	37.359,80	10.454	47.446,69	174.240

Tabla 59. Gastos propuesta SmartBlock 33.

	Gasto total (€)
Tecnología actual	148.166,40
SmartBlock 33	269.500,48
Diferencia	-121.334

Tabla 60. Tecnología actual vs SmartBlock 33.

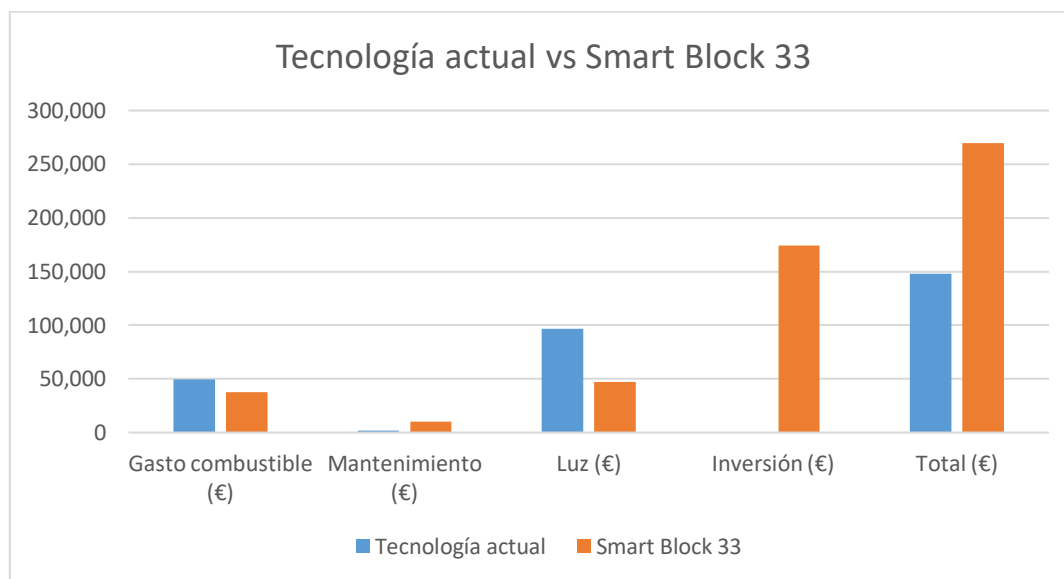


Ilustración 31. Tecnología actual vs SmartBlock 33.

La propuesta con MACIs SmartBlock 33 tiene un menor gasto en combustible, pero mayor gasto en mantenimiento. Se produce un ahorro en energía eléctrica, debido a la generada por la propuesta. Teniendo en cuenta todos estos factores y la inversión que supondría dicha propuesta, la alternativa no es rentable.

8.2.3.1.1. Consumos de energía final, primaria y emisiones de CO₂

Se han calculado los consumos de energía final para la propuesta con MACIs SmartBlock 33, para calcular el consumo de energía final térmico se realiza el cociente ente las necesidades térmicas y el rendimiento térmico del MACI teniendo este un valor de 0,72.

Para calcular los consumos de energía primaria y emisiones de CO₂ se ha empleado los factores de paso del IDAE descritos anteriormente.

	CEF térmico (MWh)	CEF eléctrico (MWh)	CEF total (MWh)	CEP térmico (MWh)	CEP eléctrico (MWh)	CEP total (MWh)
Capstone C30	553,79	427,97	981,76	592,55	1.005,73	1.598,3

Tabla 61. Consumo energía final y primaria SmartBlock 33.

Emisiones térmicas (tCO ₂)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)	Emisiones totales (tCO ₂)
111,44	147,22	258,67

Tabla 62. Emisiones SmartBlock 33.

8.2.3.1.2. Ahorro en energía primaria y emisiones

Con esta propuesta de cogeneración se generan 256,46 MWh/año de energía eléctrica final, lo que supone un ahorro de 602,68 MWh/año de energía final primaria y 88,22 toneladas de CO₂.

CEF eléctrico (MWh/año)	CEP eléctrico (MWh/año)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)
256,46	602,68	88,22

Tabla 63. Ahorro de emisiones eléctricas propuesta SmartBlock 33.

8.2.3.2. MACI KWE 30 G

La gama de motores alternativos de combustión interna KW Energie abarcan potencias unitarias de 7,5;12;20;30 y 50 kWe.

	KWE 30G
Potencia térmica (kW)	68
Potencia eléctrica (kW)	30
Rendimiento	0,93
Coste (€)	91.800
Mantenimiento (€)	5.507
Rendimiento eléctrico	0,28
Rendimiento térmico	0,64

Tabla 64. Características MACI KWE 30 G.

Es necesario el empleo de dos MACI KWE 30 G para cubrir las necesidades del edificio. Se ha seleccionado el KWE 30G y no el KWE 50G, por el mismo motivo que el caso anterior, es necesario empleo de dos MACI KWE 50 G para cubrir las necesidades del edificio y la instalación quedaría muy sobredimensionada.

Los KWE trabajarían las mismas horas que la caldera actual del edificio, es decir 2.883 horas al año.

Generación térmica (MWh/año)	EF eléctrica generada (MWh)	Cantidad combustible (MWh)	Energía eléctrica necesaria de la red (MWh/año)
528,08	232,79	822,57	451,64

Tabla 65. Características de la propuesta KWE 30G.

Como en la anterior propuesta se calcula el gasto de combustible y el gasto de energía eléctrica que no es cubierto por la propuesta y que es necesario suministrarlo de la red.

	Gasto combustible (€)	Mantenimiento (€)	E. eléctrica (€)	Inversión (€)
KWE 30G	39.902,72	11.014	50.071,09	183.600

Tabla 66. Gastos propuesta KWE 30G.

	Gasto total (€)
Tecnología actual	148.166,40
KWE 30G	284.587,81
Diferencia	-136.421

Tabla 67. Tecnología actual vs KWE 30G.

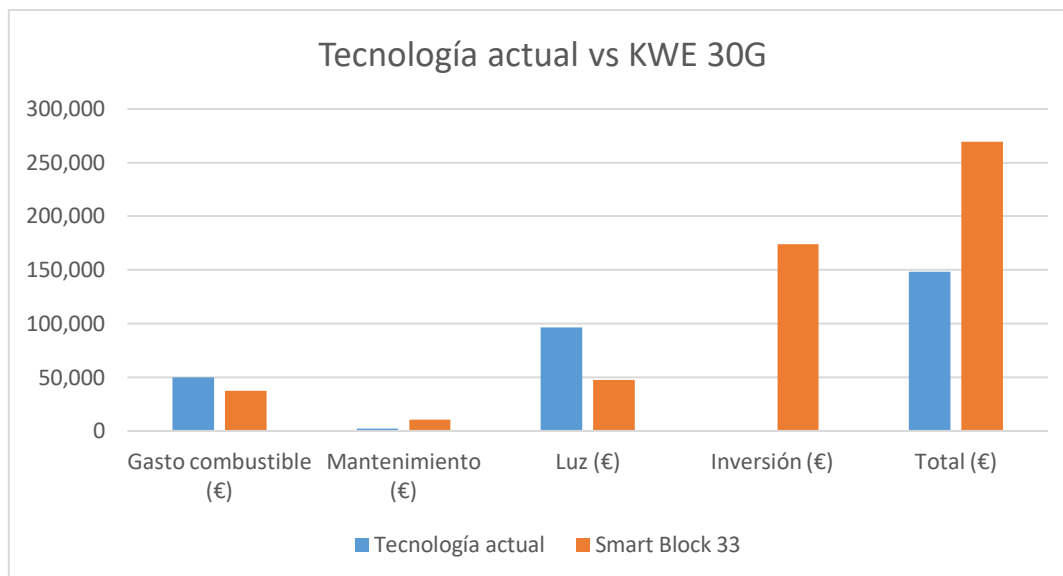


Ilustración 32. Tecnología actual vs KWE 30G.

La propuesta con MACIs KWE 30G tiene un menor gasto en combustible, pero mayor gasto en mantenimiento. Se produce un ahorro en energía eléctrica, debido a la generada por la propuesta. Teniendo en cuenta todos estos factores y la inversión que supondría dicha propuesta, la alternativa no es rentable.

8.2.3.2.1. Consumos de energía final, primaria y emisiones de CO₂

Se han calculado los consumos de energía final para la propuesta con MACIs KWE 30G, para calcular el consumo de energía final térmico se realiza el cociente entre las necesidades térmicas y el rendimiento térmico del MACI teniendo este un valor de 0,64.

Para calcular los consumos de energía primaria y emisiones de CO₂ se ha empleado los factores de paso del IDAE descritos anteriormente.

	CEF térmico (MWh)	CEF eléctrico (MWh)	CEF total (MWh)	CEP térmico (MWh)	CEP eléctrico (MWh)	CEP total (MWh)
Capstone C30	622,8	451,64	1.074,44	666,39	1.061,36	1.727,76

Tabla 68. Consumo energía final y primaria KWE 30G.

Emisiones térmicas (tCO ₂)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)	Emisiones totales (tCO ₂)
125,33	155,37	280,7

Tabla 69. Emisiones KWE 30G.

8.2.3.2.2. Ahorro en energía primaria y emisiones

Con esta propuesta de cogeneración se generan 256,46 MWh/año de energía eléctrica final, lo que supone un ahorro de 602,68 MWh/año de energía final primaria y 88,22 toneladas de CO₂.

CEF eléctrico (MWh/año)	CEP eléctrico (MWh/año)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)
232,79	547,05	80,08

Tabla 70. Ahorro de emisiones eléctricas propuesta KWE 30G.

8.2.4. Comparativa de propuestas y elección

A continuación, se muestran las características de las diferentes propuestas que se han realizado de cogeneración para la posterior elección de la más adecuada.

	CEF térmico (MWh)	CEF eléctrico (MWh)	CEF total (MWh)	CEP térmico (MWh)	CEP eléctrico (MWh)	CEP total (MWh)
Capstone C30	730,96	451,88	1.182,84	782,13	1.061,91	1.844,04
Capstone C65	746,38	432,18	1.178,56	798,63	1.015,63	1.814,26
Smart Block 33	553,79	427,97	981,76	592,55	1.005,73	1.598,29
KWE 30G	622,80	451,64	1.074,44	666,39	1.061,36	1.727,76

Tabla 71. Consumos de energía final, primaria y emisiones de CO₂ para las propuestas de cogeneración.

	Emisiones térmicas (tCO ₂)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)	Emisiones totales (tCO ₂)	Balance (€)
Capstone C30	147,10	155,45	302,54	-180.010 €
Capstone C65	150,20	148,67	298,87	-138.642 €
Smart Block 33	111,44	147,22	258,67	-121.334 €
KWE 30G	125,33	155,37	280,70	-136.421 €

Tabla 72. Emisiones y balances de las propuestas de cogeneración.

	CEF eléctrico (MWh)	CEP eléctrico (MWh)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)
Capstone C30	232,55	546,50	80
Capstone C65	252,25	592,78	86,77
Smart Block 33	256,46	602,68	88,22
KWE 30G	232,79	547,05	80,08

Tabla 73. Ahorro en consumos de energía final, energía primaria y emisiones eléctricas.

La propuesta elegida es la realizada con MACIs Smart Block 33 dado que entre las propuestas de cogeneración es la propuesta que tiene menores consumos de energía final, energía primaria y emisiones de CO₂. Además, tiene el balance de gastos menor respecto a las otras propuestas. La propuesta elegida es a su vez la propuesta que más ahorro produce a la red en energía final, energía primaria y emisiones eléctricas.

8.2.4.1. Rendimiento eléctrico equivalente

Este índice permite comparar la eficiencia eléctrica de una planta de cogeneración con el rendimiento eléctrico o global de una planta de sólo producción de energía eléctrica.

Para calcular el rendimiento eléctrico equivalente de la propuesta elegida se necesita la electricidad generada por esta propuesta, el consumo de combustible y la energía recuperada.

Se va a calcular el rendimiento eléctrico equivalente de la propuesta realizada con MACIs Smart Block 33.

$$REE = \frac{\text{Electricidad generada}}{\text{Consumo combustible} - \frac{\text{Energía recuperada}}{0,9}}$$

$$REE = \frac{256.458,7 \text{ kWh}}{770.146 \text{ kWh} - \frac{339.835,3 \text{ kWh}}{0,9}} * 100 = 65,33 \%$$

8.3. Trigeneración

Se define trigeneración a la generación conjunta de energía eléctrica, energía térmica en forma de calor y energía térmica en forma de frío. Trata de aprovechar el calor residual de la generación eléctrica para producir calor, frío y electricidad con un sencillo sistema integrado a partir de un mismo combustible.

Este sistema se consigue acoplando un sistema de cogeneración por motor térmico o turbina junto con una máquina de absorción, la cual, se encarga de refrigerar el agua utilizando la energía térmica contenida en el agua de enfriamiento y/o los gases de escape del alternador eléctrico. La colocación de una máquina de absorción permite tener una curva de demanda mucho más homogénea a lo largo del año, permitiendo aumentar el tamaño y el funcionamiento de la instalación de cogeneración.

Las plantas de trigeneración al tener un gran rendimiento, reducen significativamente el coste energético de los procesos productivos donde se requieren cantidades importantes de calor en forma de vapor o agua caliente, frío o energía eléctrica.

En los proyectos de trigeneración, el calor necesario para activar el ciclo de refrigeración por absorción puede obtenerse de:

- Simple efecto:
 - Agua caliente procedente de:
 - Enfriamiento del motor de cogeneración.
 - Intercambio con gases de escape de la turbina o del motor de cogeneración.
 - Vapor a baja presión, producido con:
 - Intercambio con los gases de escape de la turbina o del motor de cogeneración.
- Doble efecto:
 - Gases de escape procedentes de:
 - Directamente de motores térmicos o turbinas.
- Sistema dual (doble más simple efecto):
 - Gases de escape y agua caliente procedentes de:
 - La combustión de motores endotérmicos y de su circuito hidráulico de enfriamiento de camisas, culatas y aceite.

8.3.1. Propuesta trigeneración

En el caso de la trigeneración se necesita un sistema más complejo que consiga crear calor, frío y electricidad.

En este caso se utilizarán los MACIs Smart Block 33. Esta alternativa ya tiene incluido un recuperador de calor de los gases de escape, pero es necesario añadir un sistema de absorción de calor. El sistema elegido es el Yakazi WFC-SC10 con una capacidad de enfriamiento de 35,2 kW.

A continuación, se muestra un esquema de funcionamiento:

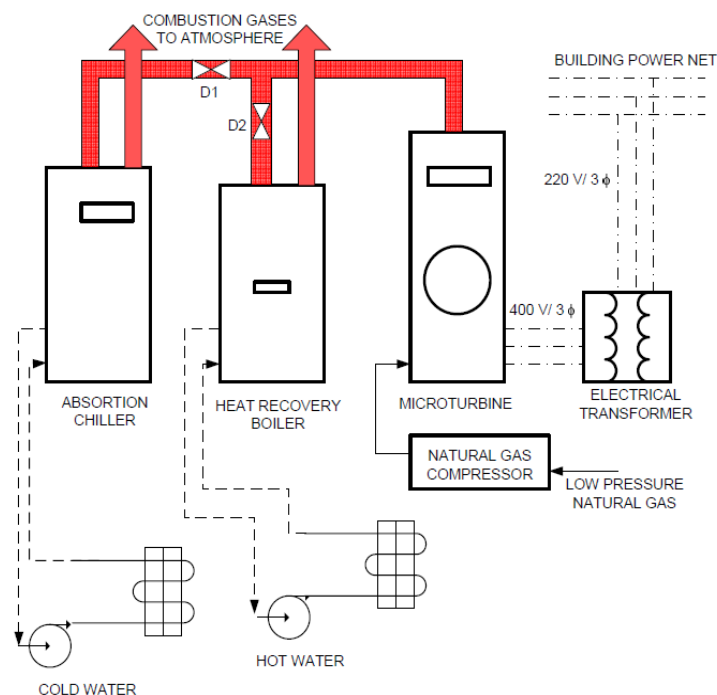


Ilustración 33. Esquema funcionamiento propuesta de trigeneración.

Las necesidades a cubrir son las siguientes:

	Calefacción	A.C.S	Refrigeración	Elem. auxiliares
Necesidades anuales (MWh/año)	154,80	245,04	205,07	479,36

Tabla 74. Necesidades del edificio.

	SmartBlock 33
Potencia térmica (kW)	71,60
Potencia eléctrica (kW)	33
Rendimiento	0,81
Coste (€)	87.120
Mantenimiento (€)	5.227
Rendimiento eléctrico	0,33

Tabla 75. Características micro turbina trigeneración.

	Yakazi WFC-SC 10
Potencia frigorífica (kW)	35,2
Rendimiento	0,95
Coste (€)	3.500
Mantenimiento (€)	390

Tabla 76. Características Yakazi WFC-SC 10.

Son necesarios dos MACIs Smart Block 33 para cubrir las necesidades anuales de calefacción y A.C.S edificio. Con 3 Yakazis se cubren las necesidades de refrigeración anuales.

Propuesta trigeneración	MWh/año
Generación térmica	556,05
Generación frigorífica	258,5
EF eléctrica generada	254,85
Cantidad combustible	772,29
E. eléctrica necesaria de la red	224,5

Tabla 77. Característica propuesta trigeneración.

Como en las propuestas de cogeneración se calcula el gasto de combustible y el gasto de energía eléctrica que no es cubierto por la propuesta y que es necesario suministrarlo de la red.

	Gasto combustible (€)	Mantenimiento (€)	E. eléctrica (€)	Inversión (€)
Trigeneración	37.463,57	12.522	24.889,29	97.620

Tabla 78. Gastos propuesta KWE 30G.

	Gasto total (€)
Tecnología actual	148.166,40
Trigeneración	172.494,93
Diferencia	-24.329

Tabla 79. Tecnología actual vs KWE 30G.

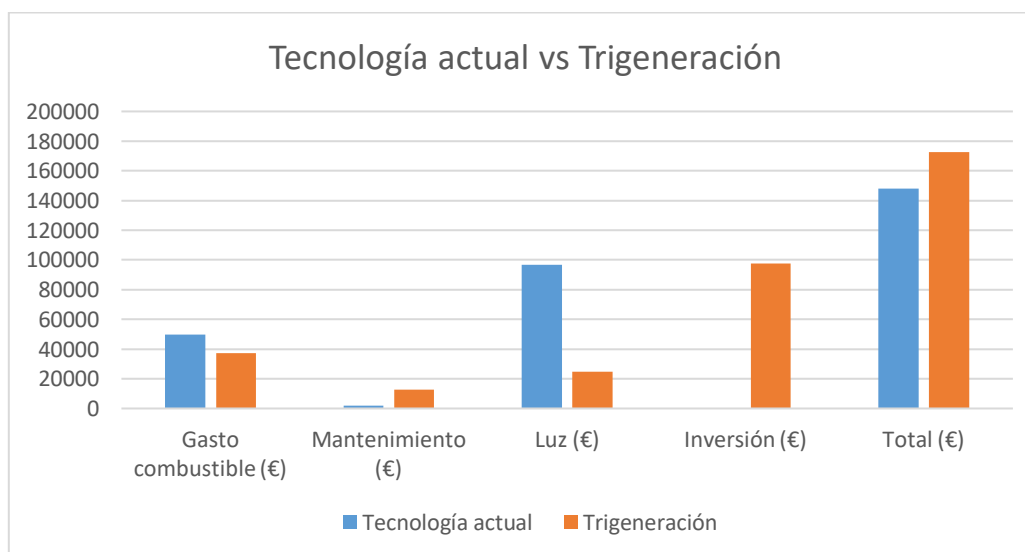


Tabla 80. Amortización económica trigeneración.

La propuesta de trigeneración tiene un menor gasto en combustible, pero mayor gasto en mantenimiento. Se produce un gran ahorro en energía eléctrica, debido a la generada por la propuesta y a que las necesidades de refrigeración quedan cubiertas por los sistemas de absorción.

8.3.1.1. Consumos de energía final, primaria y emisiones de CO₂

Se han calculado los consumos de energía final para la propuesta de trigeneración. Como en las propuestas de cogeneración se ha calculado los consumos de energía primaria y las emisiones de CO₂ con los factores de paso del IDAE.

	CEF térmico (MWh)	CEF eléctrico (MWh)	CEF total (MWh)	CEP térmico (MWh)	CEP eléctrico (MWh)	CEP total (MWh)
Trigeneración	555,33	224,5	779,83	594,2	527,58	1.121,78

Tabla 81. Consumo energía final y primaria trigeneración.

Emisiones térmicas (tCO ₂)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)	Emisiones totales (tCO ₂)
125,33	111,75	77,23

Tabla 82. Emisiones trigeneración.

8.3.1.1. Ahorro en energía primaria y emisiones

Con esta propuesta de trigeneración se generan 254,85 MWh/año de energía eléctrica y se cubren 205,07 MWh/año de refrigeración, esto supondría un ahorro de 1.080,83 MWh/año de energía primaria y de 158,22 toneladas de CO₂ en emisiones eléctricas.

CEF eléctrico (MWh/año)	CEP eléctrico (MWh/año)	Emisiones eléctricas (tCO ₂)
459,93	1.080,83	158,22

Tabla 83. Ahorro de emisiones eléctricas propuesta trigeneración.

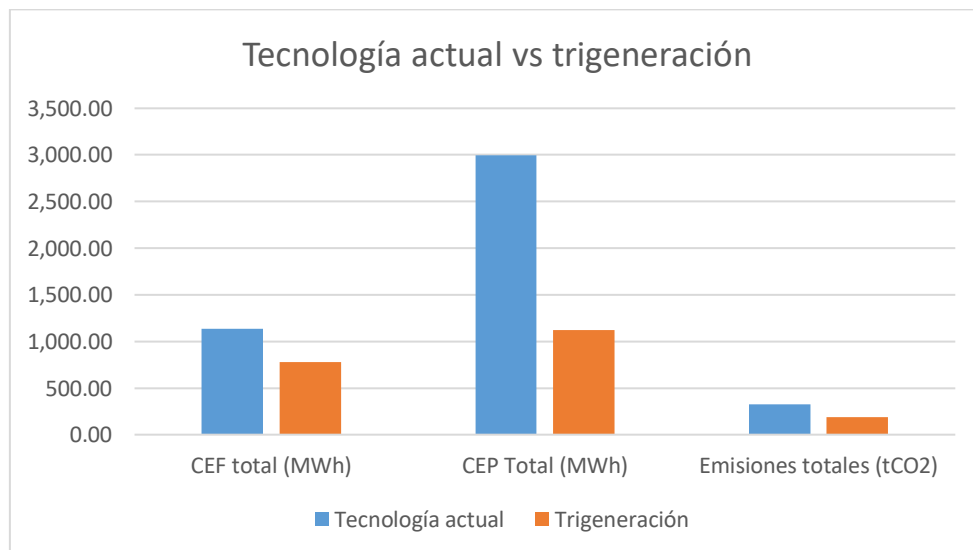


Ilustración 34. Consumos energía final, primaria y emisiones para la tecnología actual y la propuesta de mejora.

En las siguientes tablas se muestra una comparativa entre la propuesta de cogeneración con SmartBlock 33 y la propuesta de trigeneración realizada con la misma tecnología y el sistema de absorción.

		Cogeneración	Trigeneración
CEF total (MWh)		981,76	779,83
CEP total (MWh)		1.598,29	1.121,78
Emisiones totales (tCO ₂)		258,67	188,98
Balance (€)		-121.334 €	-24.329 €
Ahorro a la red	CEF eléctrico (MWh)	256,46	459,93
	CEP eléctrico (MWh)	602,68	1.080,83
	Emisiones eléctricas (tCO ₂)	88,22	158,22

Tabla 84. Comparativa cogeneración y trigeneración con SmartBlock 33

9. Energías renovables

A continuación, se van a realizar diferentes propuestas para suplantar la tecnología actual del edificio por fuentes de energía renovable.

9.1. Biomasa

La biomasa es una energía renovable que se origina a partir de materia orgánica formada por vía biológica.

9.1.1. Ventajas de la energía procedente de la biomasa

1. Se puede acceder fácilmente a fuentes de biomasa, algunas de las cuales son: basura orgánica, restos de cosecha y estiércol.
2. El carbono de la atmósfera es captado por las plantas durante la fotosíntesis y pasa a formar parte de sus estructuras. Cuando la planta muere o es quemada, ese carbono retorna a la atmósfera. Puesto que es un ciclo, los siguientes cultivos absorben el carbono una y otra vez, por lo que se mantiene un equilibrio entre la cantidad de carbono que el combustible de la biomasa libera a la atmósfera y la cantidad que las plantas extraen de ella.
3. El aprovechamiento de la energía contenida en la biomasa resulta muy económico comparado con el petróleo o el carbón. Suele costar alrededor de un tercio de los combustibles fósiles para obtener el mismo resultado.
4. La biomasa está disponible por todo el mundo en grandes cantidades.

9.1.2. Desventajas de la biomasa

1. La biomasa es una tecnología que requiere de mucho espacio para los diferentes procesos (sistema de almacenaje y alimentación).
2. En algunos casos para obtener combustible se destinan amplias zonas forestales o silvícolas, lo que implica una destrucción de hábitats de gran valor ecológico. Esto tiene una grave repercusión en la desaparición de especiales animales.

9.1.3. Propuestas

Se propone sustituir la caldera actual del edificio de gasóleo por un sistema de caldera de biomasa con combustión de pellets. Se van a estudiar dos escenarios, con la estructura actual del edificio y con la propuesta de mejora de los elementos constructivos.

9.1.3.1. Cargas térmicas

Con el programa CYPECAD MEP se han obtenido las cargas térmicas del edificio:

Calefacción		
	Potencia total (kcal/h)	Potencia total (kW)
Situación actual	407477,7	474
Propuesta de mejora	257121,58	299

Tabla 85. Cargas térmicas para la situación actual y la propuesta de mejora.

9.1.3.2. Biomasa situación actual

9.1.3.2.1. Caldera

- Potencia nominal: 499 kW.
- Modelo: Firematic 499 T-Control "HERZ".
- Cuerpo de acero soldado y ensayado a presión.
- Dimensiones: 2,1x2,6x2,2 metros.

	Biomasa actual
Generación térmica (kW)	499
Rendimiento térmico	0,93
Presupuesto	95.067
Mantenimiento	5.704

Tabla 86. Características caldera de biomasa para la situación actual



Ilustración 35. Caldera biomasa Firematic 499.

9.1.3.2.2. Sistema de alimentación

Trasportador helicoidal sin fin inclinado de 4 metros de longitud con una potencia nominal de 340 kW.

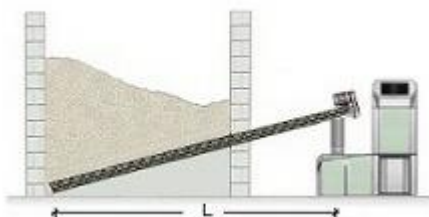


Ilustración 36. Sistema alimentación.

9.1.3.2.3. Almacenaje

Deposito prefabricado con una capacidad máxima de 0,62 toneladas. Con unas dimensiones de 1,3x1,3x1,3 metros.

No hace falta realizar una remodelación para incorporar el sistema de caldera de biomasa, este cabe en la sala de calderas de la planta sótano del edificio.



Ilustración 37. Sistema de almacenaje.

9.1.3.2.4. Análisis de la propuesta

Para analizar la propuesta se ha tenido en cuenta el coste del mantenimiento de la maquinaria y el gasto de combustible.

El gasto de combustible de la caldera de biomasa se ha calculado como el producto de los kilos de pellets por el precio actual que tiene cada kilo.

Para calcular los kilos de pellets necesarios se ha aplicado la siguiente expresión:

$$kg \text{ pellets} = \frac{\text{cantidad de combustible} \left(\frac{kWh}{\text{año}} \right)}{PCI \text{ pellets} \left(\frac{kWh}{kg} \right) * \text{rendimiento caldera}}$$

El poder calorífico interior de los pellets y el precio por cada kilogramo se ha obtenido del IDAE.

PCI pellets (kWh/kg)	Precio pellets (€/kg)	Cantidad combustible (MWh/año)
4,57	0,046	429,93

Tabla 87. Características de la propuesta SmartBlock 33.

	Gasto combustible (€)	Mantenimiento (€)	Inversión (€)
Biomasa actual	17.197	5.704	95.067

Tabla 88. Gastos propuesta SmartBlock 33.

	Gasto total (€)
Tecnología actual	51.639
Biomasa actual	122.233
Diferencia	-70.594

Tabla 89. Tecnología actual vs SmartBlock 33.

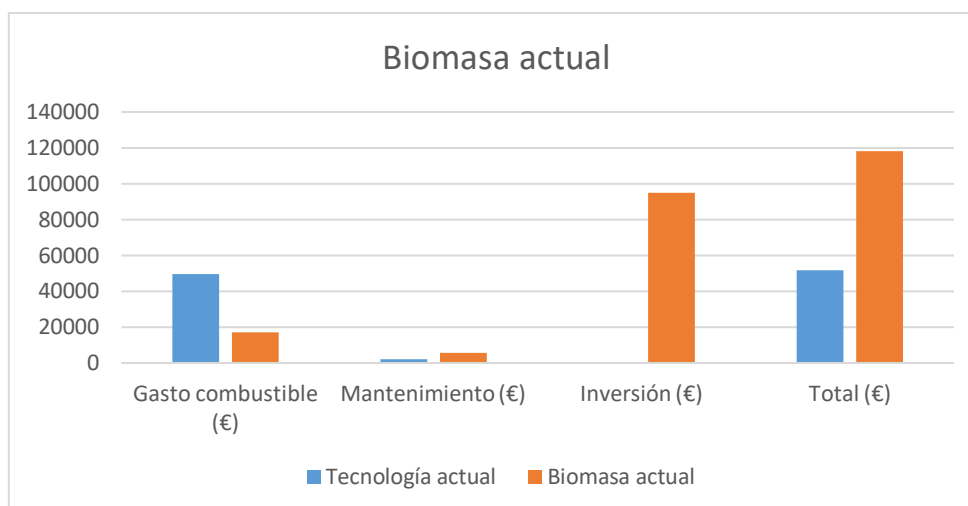


Tabla 90. Características biomasa situación actual.

La caldera de biomasa tiene un menor gasto en combustible, pero mayor gasto en mantenimiento. El balance de gasto es mayor en la biomasa que para la tecnología actual, aunque cabe destacar que las emisiones térmicas de la biomasa son neutras frente a las 92,69 tCO₂ que se producen con la tecnología actual.

9.1.3.3. Propuesta de mejora

Realizando una mejora de los elementos constructivos las cargas térmicas de calefacción disminuyen, por lo que es necesario una caldera con menor potencia.

9.1.3.3.1. Caldera

- Potencia nominal: 301 kW.
- Modelo: Firematic 301 T-Control "HERZ".
- Dimensiones: 1,9x1,1x1,9 metros.

	Biomasa mejora
Potencia nominal (kW)	301
rendimiento térmico	0,93
Presupuesto	65.792
Mantenimiento	4.500

Tabla 91. Características caldera biomasa propuesta de mejora.



Ilustración 38. Caldera biomasa Firematic 301.

9.1.3.3.2. Sistema de alimentación

Trasportador helicoidal sin fin inclinado de 4 metros de longitud con una potencia nominal de 301 kW.

9.1.3.3.3. Almacenaje

Deposito prefabricado con una capacidad máxima de 0,35 toneladas. Con unas dimensiones de 1,3x1x1 metros.

Como en el anterior caso no hace falta realizar una remodelación para meter el sistema de caldera de biomasa, este cabe en la sala de calderas de la planta sótano del edificio.

9.1.3.3.4. Analisis de la propuesta

Para analizar la propuesta como en el caso anterior, se ha tenido en cuenta el coste del mantenimiento de la maquinaria y el gasto de combustible.

El gasto de combustible de la caldera de biomasa se ha calculado como el producto de los kilos de pellets por el precio actual que tiene cada kilo, explicado anteriormente.

El poder calorífico interior de los pellets y el precio por cada kilogramo se ha obtenido del IDAE.

PCI pellets (kWh/kg)	Precio pellets (€/kg)	Cantidad combustible (MWh/año)
4,57	0,046	368,05

Tabla 92. Características de la propuesta SmartBlock 33.

	Gasto combustible (€)	Mantenimiento (€)	Inversión (€)
Biomasa mejora	3.983,55	4.500	65.792

Tabla 93. Gastos propuesta SmartBlock 33.

	Gasto total (€)
Tecnología actual	51.639
Biomasa mejora	74.276
Diferencia	-22.636

Tabla 94. Tecnología actual vs SmartBlock 33.

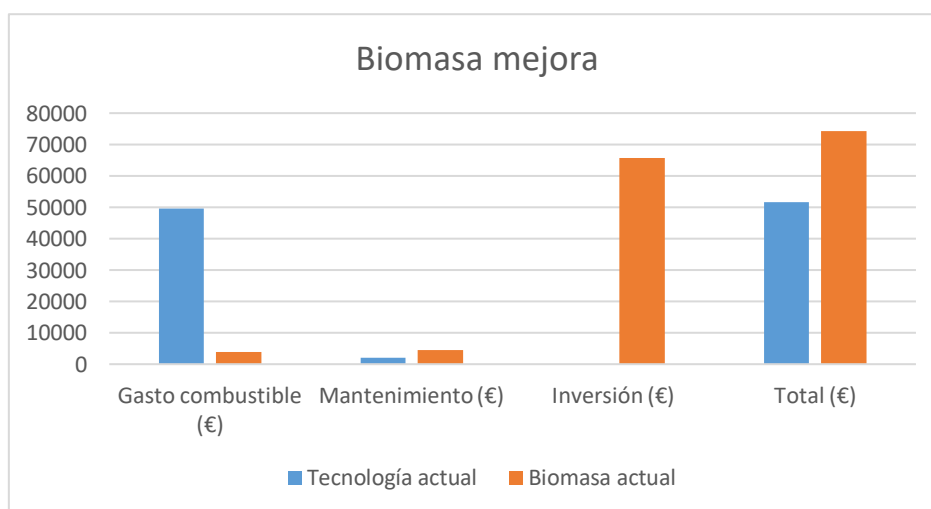


Tabla 95. Características biomasa situación actual.

La caldera de biomasa tiene mucho menos combustible, pero mayor gasto en mantenimiento. El balance de gasto es mayor en la biomasa que para la tecnología actual, aunque en el análisis de esta propuesta no se ha tenido en cuenta la inversión que se debería de realizar en la propuesta de mejora de los elementos constructivos.

Como en el caso anterior de biomasa, cabe destacar que las emisiones térmicas de la biomasa son neutras frente a las 92,69 tCO₂ que se producen con la tecnología actual.

9.2. Geotermia

La energía geotérmica se basa en el aprovechamiento del flujo de calor entre el núcleo de la tierra y la corteza. Es un recurso renovable que se puede aprovechar tanto para la obtención de electricidad como para calefacción.

El aprovechamiento de la energía geotérmica puede tener impacto negativo en el medioambiente, especialmente en las aguas subterráneas y puede incrementar la sismicidad en las zonas debido a que es necesario realizar perforaciones.

9.2.1. Ventajas de la energía geotérmica

1. Respeta el medioambiente: la energía geotérmica se considera normalmente respetuosa con el medioambiente. Hay muy pocos aspectos relacionados con ella que puedan considerarse contaminantes.
2. Renovable: los reservorios geotermiales provienen de fuentes naturales que se rellenan de forma continua.
3. Estable: la energía geotermal es una fuente constante de energía. Podemos predecir la producción de cada planta geotermal con bastante precisión.

9.2.2. Desventajas de la energía geotermal

1. Aspectos medioambientales: existen multitud de gases de efecto invernadero bajo la superficie terrestre, y algunos de ellos pueden liberarse durante el aprovechamiento de la energía geotérmica y acabar en la atmósfera.
2. Inestabilidad del terreno: la construcción de plantas geotérmicas puede afectar a la estabilidad del terreno.
3. Es cara: los proyectos geotermiales son caros. Hay que explorar y perforar los nuevos yacimientos y aunque no se logre alcanzar el objetivo, normalmente hay que pagar la mitad del presupuesto aprobado.
4. Están muy localizadas.
5. Los buenos yacimientos geotermiales son escasos.

9.2.3. Conclusiones

El edificio no cuenta con un terreno propio, las perforaciones se deberían de realizar en la planta sótano.

Debido a la gran inversión que supondría esta propuesta junto con las obras necesarias y dado que no es seguro alcanzar el objetivo se ha desechado hacer una propuesta con energía geotérmica.

9.3. Energía solar

La energía solar puede llegar a ser una alternativa en el futuro a la demanda actual de combustibles fósiles y al impacto de estos en el medioambiente.

9.3.1. Ventajas de la energía solar

1. Renovable: significa que no podemos quedarnos sin esta fuente de energía, todo lo contrario, con lo que pasa con las energías no renovables.

2. Abundante: la superficie terrestre recibe 120.000 TW de irradiación solar, esto supone alrededor de 20.000 veces más potencia de la que se necesita el planeta al completo.

3. Sostenible: además de ser renovable y abundante, también es una fuente sostenible de energía ya que satisface las necesidades presentes, sin alterar a generaciones futuras.

4. Respeta al medioambiente: no causa contaminación en la generación de energía solar, pero si en el proceso de fabricación, transporte e instalación de los paneles solares, aunque muy bajas comparadas con otras fuentes de energía.

5. Buena disponibilidad: está disponible en todo el mundo.

6. Reduce los costes de la electricidad: al poder ponerse para el autoconsumo, muchos particulares ven sus facturas eléctricas reducidas, así como la posibilidad de vender los excesos.

7. Múltiples usos: la energía solar puede aprovecharse para múltiples propósitos. No solo para la generación de energía eléctrica ya sea de autoconsumo o para empresas, también están disponibles en satélites espaciales o en zonas donde es difícil el transporte de la energía.

8. Energía silenciosa: no produce ruidos ya que no tiene partes móviles.

9. Suelen haber incentivos a la instalación de paneles solares: En algunos países se suele incentivar con la instalación de paneles solares reduciendo sus costes de instalación. En España estuvo vigente este tipo de financiación. Actualmente estas subvenciones son inexistentes.

10. Bajo mantenimiento: los paneles en casas normalmente solo necesitan una o dos limpiezas anuales. Los paneles solares dependiendo el fabricante pueden dar una vida útil de entre 20 a 25 años.

11. La tecnología sigue avanzando: cada vez hay más avances en este tipo de tecnologías, tales como, innovaciones nanotecnológicas y en física cuántica, que supondría triplicar la eficiencia de los paneles solares.

9.3.2. Desventajas de la Energía Solar

1. Intermitente: dado que no en todo el año se tiene el mismo período día/noche o incluso por el estado climático del lugar, la producción de energía es intermitente.

2. El almacenamiento de energía solar es caro: los sistemas para almacenar la energía solar producida, como, por ejemplo, las baterías, que ayudan a suavizar los altibajos de producción-demanda son caros.

3. Asociada a la contaminación: muchos de los procesos de fabricación que se utilizan en la fabricación de paneles solares producen emisiones de efecto invernadero, como el trifluoruro de nitrógeno y el hexafluoruro de azufre, siendo estos de los gases más perjudiciales, mucho más que el dióxido de carbono.

4. Requiere espacio: la densidad solar es la energía que produce un lugar. Si se desea producir mucha cantidad de energía, es necesario mayor espacio, lo que implica mayores costes.

9.3.3. Propuesta

Se van a colocar 170 paneles fotovoltaicos en el edificio con las siguientes características:

- Modelo: SCL310
- Potencia nominal por modulo: 310 W.
- Temperatura de operación nominal del módulo: 45,7 °C.
- Coeficiente de corrección de la potencia por temperatura: 0,0038 1/°C.
- Intensidad de cortocircuito: 8,87 A.
- Voltaje en vacío: 37,73 V.
- Intensidad máxima en el pico de potencia: 8,31 A.
- Voltaje máximo en el pico de potencia: 37,32 V.
- Eficiencia: 15%:
- Dimensiones: 1x1,6 metros.
- Área de captación: 272 m².

9.3.3.1. Ubicación

El número de paneles se ha calculado en función de la orientación del edificio y de la superficie de la cubierta y de las terrazas del edificio quedando los paneles distribuidos de la siguiente forma:

- Tendedero bajo cubierta: 40 paneles.
- Patio plata baja: 26 paneles.
- Patio primer piso: 26 paneles.
- Cubierta del edificio: 78 paneles.

9.3.3.2. Análisis de la propuesta

Pana analizar la propuesta se ha introducido las características de la instalación en CYPELEC REBT para obtener la energía eléctrica producida en kWh/día.

La energía total producida al año por los paneles solares es 66.325 kWh/año. Las necesidades anuales a cubrir de energía eléctrica son de 684,43 MWh/año. Si comparamos la tecnología actual con la tecnología actual con los paneles solares la instalación no sale rentable, ya que no cubre ni un 10% de las necesidades eléctricas anuales del edificio.

	Energía producida (kWh/día)	Energía producida (kWh/mes)
Enero	75,92	2353,52
Febrero	114,09	3422,7
Marzo	174,57	5411,67
Abril	213,60	6408
Mayo	250,92	7778,52
Junio	291,67	8750,1
Julio	302,39	9374,09
Agosto	262,93	8150,83
Septiembre	204,17	6125,1
Octubre	131,68	4082,08
Noviembre	84,50	2535
Diciembre	66,05	2047,55
TOTAL	2172,49	66.325

Tabla 96. Energía eléctrica producida por los paneles solares.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

ANEXO I: TECNOLOGÍA ACTUAL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Esquemas instalaciones	86
1.1. Suministro de agua	86
1.1.1. Circuito primario	86
1.1.2. Circuito secundario	87
1.2. Calefacción	88
1.3. Refrigeración	88
2. Componentes instalaciones	89
2.1. Instalación suministro de agua.....	89
2.1.1. Calderas.....	89
2.1.2. Acumulador vertical.....	89
2.1.3. Intercambiador de placas.....	90
2.1.4. Bombas.....	91
2.2. Instalación de refrigeración	92
2.2.1. Máquina de frío	92
2.2.2. Torre de refrigeración.....	92
2.2.3. Válvula de tres vías	93
2.3. Bomba circulación calefacción/refrigeración	93
2.4. Instalación de calefacción.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características calderas.....	89
Tabla 2. Características acumuladoras verticales.	89
Tabla 3. Características intercambiador de placas ADISA.....	90
Tabla 4. Características bomba UPS 25/60F.	91
Tabla 5. Características bomba UPS 65/120F.	91
Tabla 6. Características bomba UPS 56/60F.	91
Tabla 7. Característica máquina de frío.....	92
Tabla 8. Características válvula 3 vías SIEMENS.	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Esquema circuito primario de la instalación de suministro de agua.	86
Ilustración 2.	Esquema circuito secundario de la instalación de suministro de agua.	87
Ilustración 3.	Esquema del circuito de la instalación de calefacción.....	88
Ilustración 4.	Esquema circuito de la instalación de refrigeración.	88
Ilustración 5.	Calderas SADECA.	89
Ilustración 6.	Acumulador vertical SICC.	90
Ilustración 7.	Intercambiador de placas ADISA.	90
Ilustración 8.	Bomba GRUNDFOS.	91
Ilustración 9.	Máquina de frío FADERS.	92
Ilustración 10.	Torre de refrigeración de la máquina de frío.	92
Ilustración 11.	Válvula 3 vías SIEMENS.	93
Ilustración 12.	Bomba de rotor seco SIEMENS.	93

1. Esquemas instalaciones

Para tener más claro el funcionamiento de las instalaciones de suministro de agua, calefacción y refrigeración del edificio se han elaborado los siguientes esquemas.

1.1. Suministro de agua

1.1.1. Circuito primario

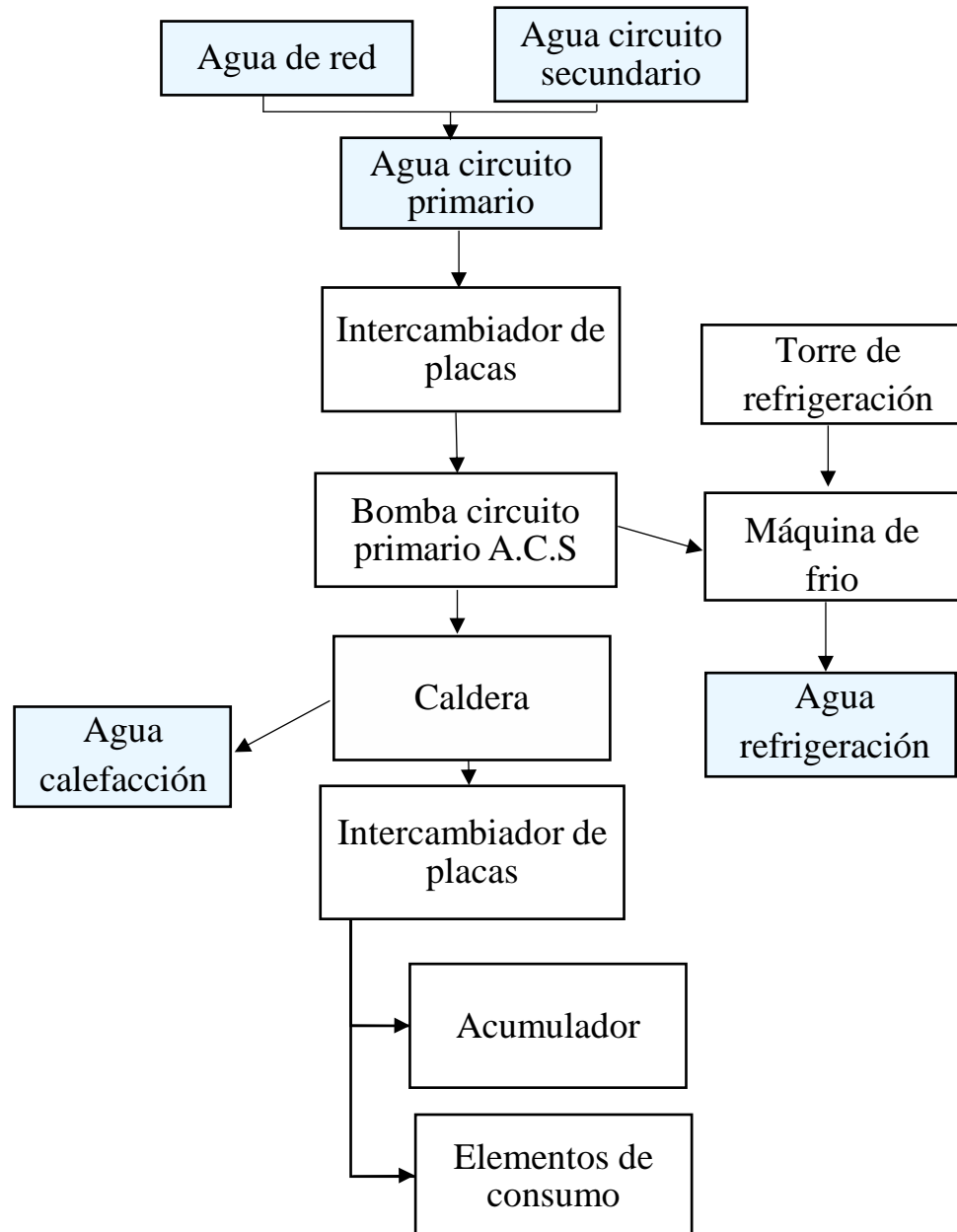


Ilustración 1. Esquema circuito primario de la instalación de suministro de agua.

1.1.2. Circuito secundario

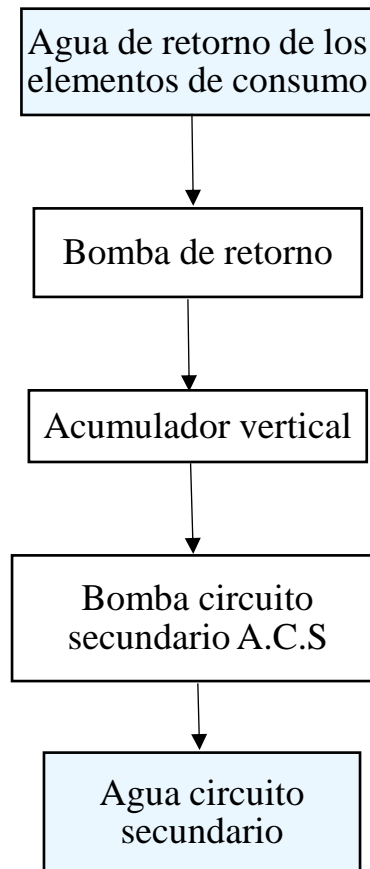


Ilustración 2. Esquema circuito secundario de la instalación de suministro de agua.

1.2. Calefacción

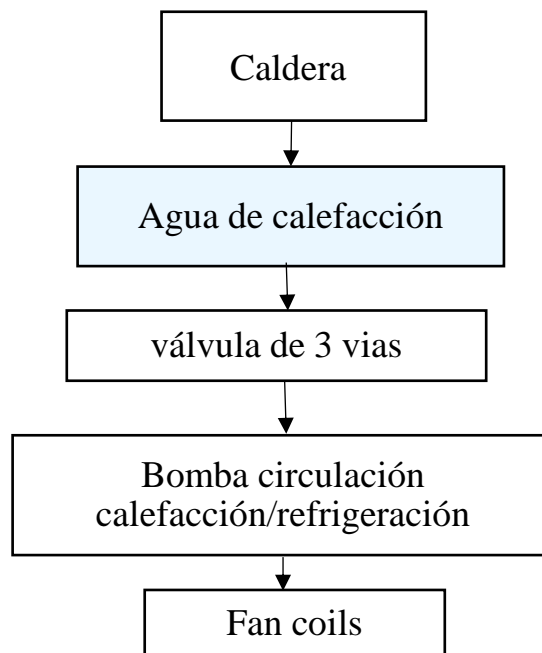


Ilustración 3. Esquema del circuito de la instalación de calefacción.

1.3. Refrigeración

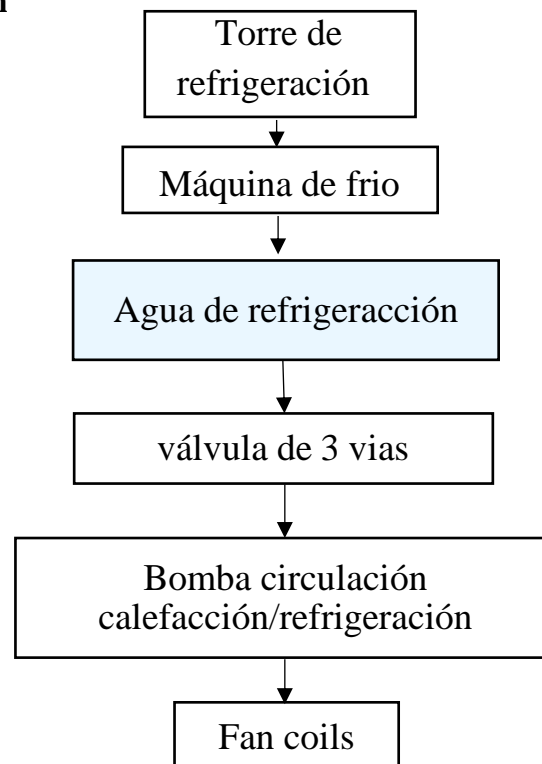


Ilustración 4. Esquema circuito de la instalación de refrigeración.

2. Componentes instalaciones

A continuación, se muestran las características de los equipos que componen las instalaciones del edificio.

2.1. Instalación suministro de agua

2.1.1. Calderas

Las calderas forman parte tanto de la instalación de suministro de agua caliente sanitaria como de la instalación de calefacción. Estas calderas cuentan con un quemador KLOCKNER y una chimenea de evacuación de productos de combustión de 500 milímetros de diámetro. En el edificio hay dos calderas de la marca SADECA, solo una está en funcionamiento, con las siguientes características:

Marca	SADECA
Modelo	EUROBLOCK F-10
Potencia (kW)	476
Combustible	Gasóleo
Rendimiento caldera	0,88

Tabla 1. Características calderas.



Ilustración 5. Calderas SADECA.

2.1.2. Acumulador vertical

La instalación cuenta con dos acumuladores verticales de acero con capacidad de 500 litros cada uno. Estos acumuladores sirven de apoyo para mantener la temperatura del agua de retorno de los elementos de consumo.

Marca	SICC
Modelo	500
Capacidad (litros)	500
Material	Acero al carbono
Diámetro externo aislado (mm)	750
Altura total (mm)	1900
Peso (kg)	106

Tabla 2. Características acumuladoras verticales.



Ilustración 6. Acumulador vertical SICC.

2.1.3. Intercambiador de placas

La instalación también cuenta con dos intercambiadores de 27 placas, que sirven para suministrar calor al agua del circuito secundario mediante el agua saliente de la caldera.

Marca	ADISA
Modelo	IT020
Área (m ²)	0,021
Dimensiones (mm)	305 x 145
Tipo de placa	Único
Número de placas	27
Peso (kg)	5,67

Tabla 3. Características intercambiador de placas ADISA.



Ilustración 7. Intercambiador de placas ADISA.

2.1.4. Bombas

2.1.4.1. Bomba de retorno

La bomba de retorno sirve para mandar el agua de retorno de los elementos de consumo a los acumuladores verticales.

Marca	GRUNDFOS
Modelo	UPS 25/60F
Tensión	1x230 V
Peso neto(kg)	2,4

Tabla 4. Características bomba UPS 25/60F.

2.1.4.2. Bomba circuito primario de A.C.S

Las bombas del circuito primario sirven para bombear el agua que sale del intercambiador de placas que se introduce en la caldera.

Marca	GRUNDFOS
Modelo	UPS 65/120F
Tensión	1x230 V
Peso neto(kg)	27,2

Tabla 5. Características bomba UPS 65/120F.

2.1.4.3. Bomba circuito secundario de A.C.S

Las bombas del circuito secundario sirven para bombear el agua que sale del intercambiador de placas y se introduce en los acumuladores.

Marca	GRUNDFOS
Modelo	UPS 56/60F
Tensión	1x230 V
Peso neto (kg)	21,8

Tabla 6. Características bomba UPS 56/60F.



Ilustración 8. Bomba GRUNDFOS.

2.2. Instalación de refrigeración

2.2.1. Máquina de frío

La máquina de frío sirve para refrigerar el agua que después es mandada a los fan coils del edificio.

Marca	FADERS CORPORATION
Potencia (kW)	372

Tabla 7. Característica máquina de frío.



Ilustración 9. Máquina de frío FADERS.

2.2.2. Torre de refrigeración

La torre de refrigeración se encuentra en la cubierta del edificio y sirve para refrigerar el motor de la máquina de frío.



Ilustración 10. Torre de refrigeración de la máquina de frío.

2.2.3. Válvula de tres vías

Esta válvula se encarga de mandar agua fría o caliente a la instalación según el periodo del año. El personal de mantenimiento del edificio es el encargado de manipularla para mandar agua caliente de octubre a abril a los fan coils del edificio o, en cambio, en el periodo de mayo a septiembre la válvula deja pasar únicamente el agua fría que alimenta a los fan coils.

Marca	SIEMENS
Modelo	SQK33
Diámetro (mm)	100

Tabla 8. Características válvula 3 vías SIEMENS.



Ilustración 11. Válvula 3 vías SIEMENS.

2.3. Bomba circulación calefacción/refrigeración

El edificio cuenta con dos bombas de rotor seco marca SIEMENS. Estas bombas sirven para mandar el agua caliente o el agua fría desde la válvula de 3 vías a los fan coils.



Ilustración 12. Bomba de rotor seco SIEMENS.

2.4. Instalación de calefacción

De la instalación de calefacción forman parte:

- Las calderas.
- Válvula de 3 vías.
- Bomba de circulación.

Ambas descritas anteriormente en la instalación de suministro de agua caliente sanitaria y de refrigeración.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO II: CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE 1
LIMITACIÓN DEMANDA ENERGÉTICA
MEDIANTE CYPECAD MEP**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Resultados del cálculo de demanda energética	98
1.1. Porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia	98
1.2. Resumen del cálculo de la demanda energética.....	98
1.3. Resultados mensuales	99
1.3.1. Balance energético anual del edificio.....	99
1.3.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración	101
1.3.3. Evolución de la temperatura.....	102
1.3.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes	103
2. Modelo de cálculo del edificio	106
2.1. Zonificación climática	106
2.2. Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento	106
2.2.1. Agrupaciones de recintos.	106
2.2.2. Perfiles de uso utilizados.....	109
2.3. Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.....	110
2.3.1. Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.	110
2.3.2. Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros	122
2.3.3. Composición constructiva. Puentes térmicos.....	125
2.4. Procedimiento de cálculo de la demanda energética	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración.	98
Tabla 3. Balance energético anual del edificio.....	100
Tabla 5. Aporte energético de calefacción y refrigeración.	102
Tabla 6. Balance energético zonas no habitables	104
Tabla 8. Balance energético habitaciones.....	104
Tabla 10. Balance energético zonas habitables acondicionadas.....	105
Tabla 12. Solicitaciones interiores para las zonas no habitables.	106
Tabla 14. Solicitaciones interiores para las habitaciones.	107
Tabla 15. Solicitaciones interiores para las zonas habitables acondicionadas.....	108
Tabla 17. Perfiles de uso utilizados.	109

Tabla 19.	Elementos constructivos pesados para las zonas no habitables.	110
Tabla 22.	Elementos constructivos pesados para las habitaciones.	112
Tabla 28.	Elementos constructivos pesados para las zonas habitables acondicionadas.	118
Tabla 32.	Elementos constructivos ligeros para las zonas no habitables.	122
Tabla 33.	Elementos constructivos ligeros para las habitaciones.	122
Tabla 35.	Elementos constructivos ligeros para las zonas habitables acondicionadas.	124
Tabla 36.	Puentes térmicos habitaciones.	125
Tabla 37.	Puentes térmicos zonas habitables acondicionadas.	126

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Balance anual energético del edificio.	99
Ilustración 1.	Potencia útil instantánea (kW).	101
Ilustración 2.	Necesidades energéticas (kWh/mes).	101
Ilustración 2.	Demanda diaria superpuesta de calefacción (W/m^2).	101
Ilustración 3.	Demanda diaria superpuesta de refrigeración (W/m^2).	102
Ilustración 4.	Evaluación de la temperatura para zonas no habitables.	102
Ilustración 5.	Evolución de la temperatura para las habitaciones del edificio.	103
Ilustración 6.	Evolución de la temperatura para las zonas habitables condicionas del edificio.	103

1. Resultados del cálculo de demanda energética

1.1. Porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia

$$\%_{AD} = 100 \cdot \frac{D_{G,ref} - D_{G,obj}}{D_{G,ref}} = 100 \cdot \frac{56,3 - 55,8}{56,3} = 0,8$$

$$\%_{AD} = 0,8 \% < \%_{AD,exigido} = 25 \%$$

Donde:

- $\%_{AD}$: porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.
- $\%_{AD,exigido}$: porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.
- $D_{G,obj}$: demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, según:

$$D_{G,obj} \left(\frac{kW}{m^2 \cdot año} \right) = DC + 0,7 \cdot DR$$

- $D_{G,ref}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D del CTE-DB-HE 1 y el documento 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER'.

1.2. Resumen del cálculo de la demanda energética

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m^2)	Horario de uso, Carga interna	C_{FI} (W/m^2)
Habitaciones	1947,36	12 h, Media	6,3
Zona habitable acondicionada	1633,45	12 h, Baja	3,4

Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración.

Zonas habitables	$D_{G,obj}$		$D_{G,ref}$		$\%_{AD}$
	(kWh/año)	(kWh/($m^2 \cdot a$))	(kWh/año)	(kWh/($m^2 \cdot a$))	
Habitaciones	101136,4	51,9	100453,0	51,6	-0,7
Zona habitable acondicionada	98790,4	60,5	101067,1	61,9	2,3

Tabla 2. Continuación resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración.

Donde:

- S_u : Superficie útil de la zona habitable (m^2).
- C_{FI} : Densidad de las fuentes internas.

La carga de las fuentes internas del edificio se considera baja, por lo que el porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia es del 25%, conforme a la tabla 2.2 del CTE-DB-HE1.

1.3. Resultados mensuales

1.3.1. Balance energético anual del edificio

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{tr,op}$ y $Q_{tr,w}$, respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ($Q_{tr,ac}$), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{int,s}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{edif}), y el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

Han sido realizadas dos simulaciones de demanda energética, correspondientes al edificio objeto de proyecto y al edificio de referencia generado en base a éste, conforme a las reglas establecidas para la definición del edificio de referencia (Apéndice D de CTE-DB-HE1 y documento 'Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER'). Con objeto de comparar visualmente el comportamiento de ambas modelizaciones, la gráfica muestra también los resultados del edificio de referencia, mediante barras más estrechas y de color más oscuro, situadas a la derecha de los valores correspondientes al edificio objeto.

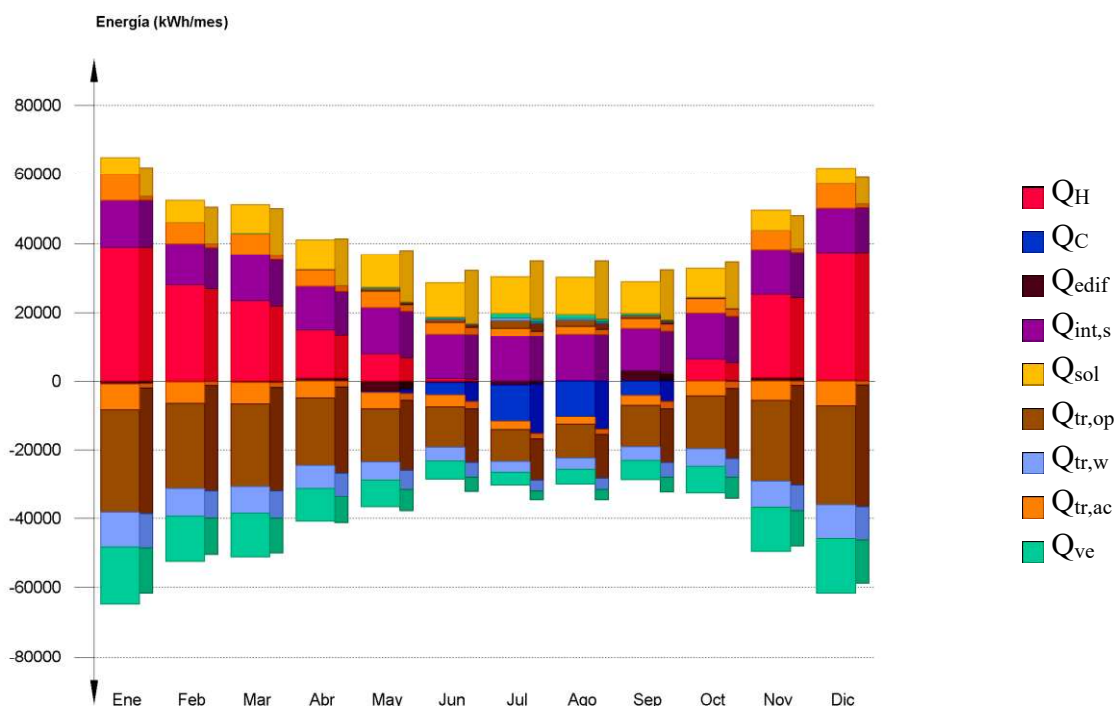


Ilustración 1. Balance anual energético del edificio.

En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)
$Q_{tr,op}$	-30054	-24805,3	-24123,9	-19722,5	-15022,2	-11090,7
$Q_{tr,w}$	-9987,3	-8233,2	-8014,7	-6573,3	-5135	-3797,3
$Q_{tr,ac}$	0	0	0	0	0	0
Q_{ve}	-16558,3	-13001,3	-12459,5	-9720,8	-7536,8	-4693
$Q_{int,s}$	13525,7	11944,8	13350,1	12471,7	13525,7	12823,1
Q_{sol}	5016,6	6439,3	8322,3	8604,2	9498,1	9800,3
Q_{edif}	-771,1	-198,7	-402,8	957,9	-2880,3	-428,6
Q_H	38826,3	27854,6	23328,7	13983,1	7833,5	828,9
Q_C	0	0	0	0	-282,9	-3442,8
Q_{HC}	38826,3	27854,6	23328,7	13983,1	8116,4	4271,8

Tabla 3. Balance energético anual del edificio.

	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	TOTAL (kWh/año)
$Q_{tr,op}$	-6990	-8048,7	-11417,2	-15188,1	-23564,3	-29195,2	-219222,1
$Q_{tr,w}$	-2383,1	-2693,6	-3843	-5127,4	-7791	-9682,6	-73262,0
$Q_{tr,ac}$	0	0	0	0	0	0	0
Q_{ve}	-2407,3	-3182,7	-5059,9	-7600,7	-12559,1	-15814,6	-110594,0
$Q_{int,s}$	12998,8	13525,7	12296,1	13525,7	12998,8	12823,1	155809,2
Q_{sol}	10539,4	10550,4	8996,6	8122,9	5757,7	4604,5	96254,4
Q_{edif}	-1037,1	142,6	3005,2	171,5	1096,0	345,3	0
Q_H	0	0	54,1	6096,0	24061,8	36919,5	179786,4
Q_C	-10720,7	-10293,7	-4031,9	0	0	0	-28772,0
Q_{HC}	10720,7	10293,7	4086,0	6096,0	24061,8	36919,5	208558,4

Tabla 4. Continuación balance energético anual del edificio.

Donde:

- $Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior (kWh/(m²·año)).
- $Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior (kWh/(m²·año)).
- $Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas (kWh/(m²·año)).
- Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación (kWh/(m²·año)).
- $Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible (kWh/(m²·año)).
- Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar (kWh/(m²·año)).
- Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio (kWh/(m²·año)).
- Q_H : Energía aportada de calefacción (kWh/(m²·año)).

- Q_C : Energía aportada de refrigeración ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$).
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$).

1.3.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:

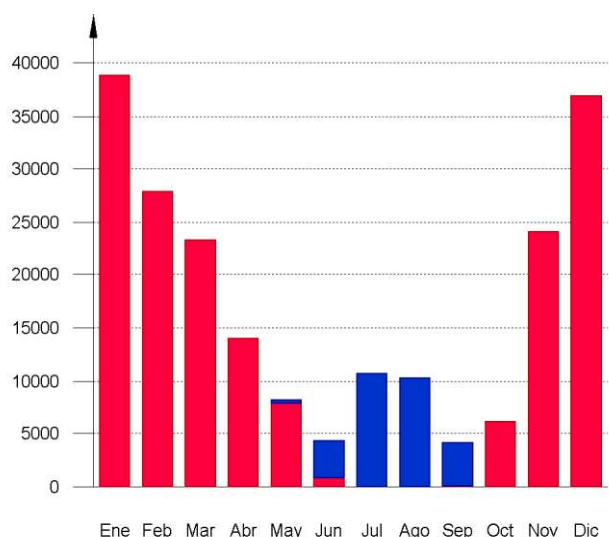


Ilustración 2. Necesidades energéticas (kWh/mes).

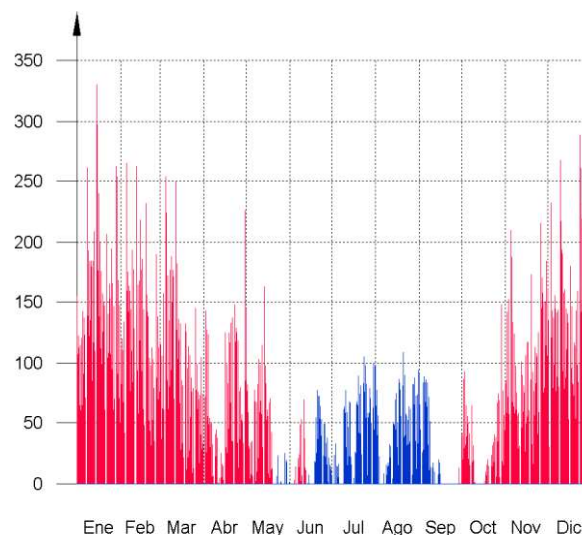


Ilustración 1. Potencia útil instantánea (kW).

A continuación, en los gráficos siguientes, se muestran las potencias útiles instantáneas por superficie acondicionada de aporte de calefacción y refrigeración para cada uno de los días de la simulación en los que se necesita aporte energético para mantener las condiciones interiores impuestas, mostrando cada uno de esos días de forma superpuesta en una gráfica diaria en horario legal, junto a una curva típica obtenida mediante la ponderación de la energía aportada por día activo, para cada día de cálculo:

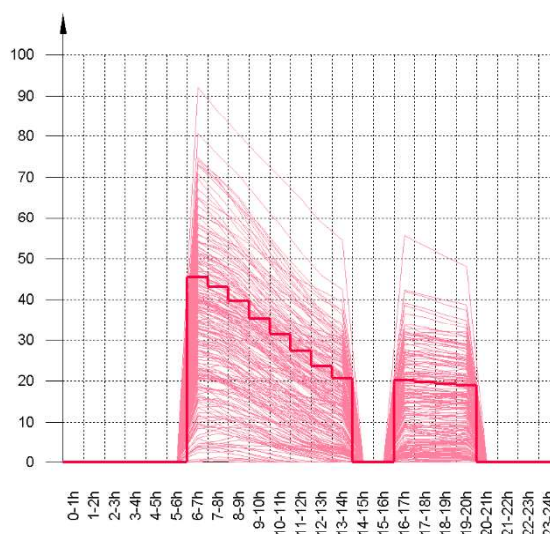


Ilustración 2. Demanda diaria superpuesta de calefacción (W/m^2).

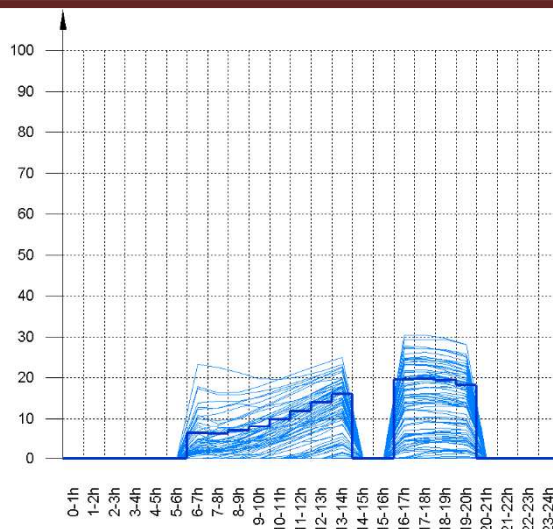


Ilustración 3. Demanda diaria superpuesta de refrigeración (W/m^2).

La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m^2)	Demanda típica por día activo (kWh/m^2)
Calefacción	386	202	2305	11	21,78	0,2486
Refrigeración	148	80	745	9	10,79	0,1004

Tabla 5. Aporte energético de calefacción y refrigeración.

1.3.3. Evolución de la temperatura

La evolución de la temperatura interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, junto a la temperatura exterior media diaria, en cada zona:

1.3.3.1. Zona no habitable

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

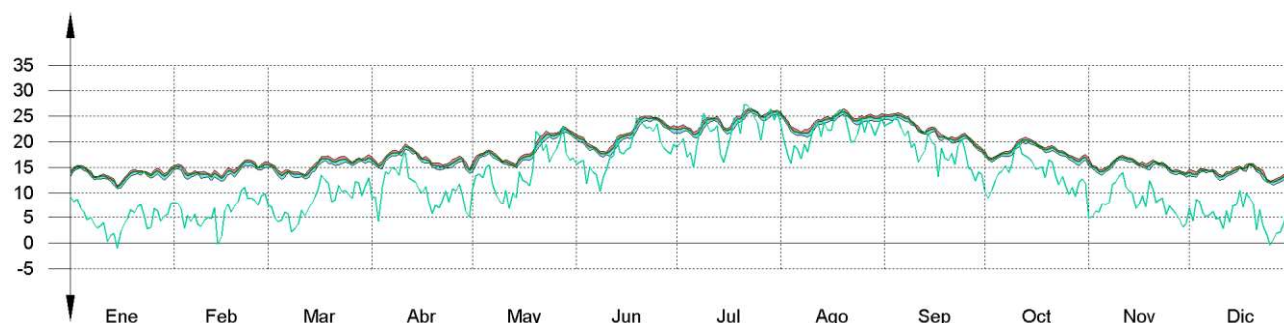


Ilustración 4. Evaluación de la temperatura para zonas no habitables.

1.3.3.2. Habitaciones

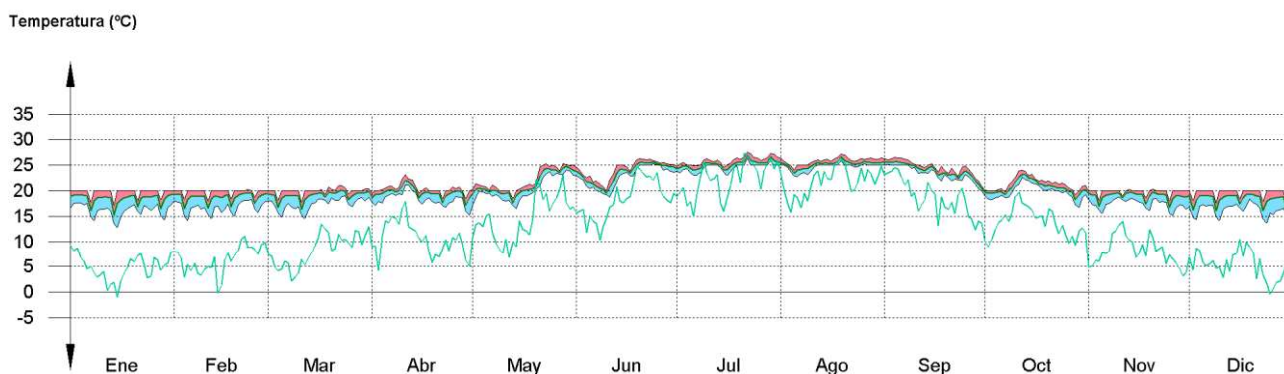


Ilustración 5. Evolución de la temperatura para las habitaciones del edificio.

1.3.3.3. Zona habitable acondicionada

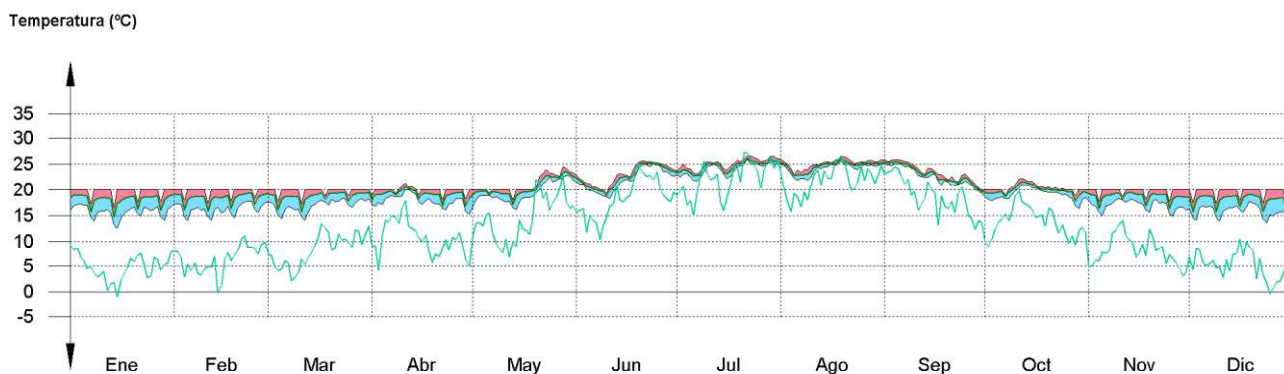


Ilustración 6. Evolución de la temperatura para las zonas habitables condicionadas del edificio.

1.3.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total y ganancias solares, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Las ganancias solares e internas muestran los valores de ganancia energética bruta mensual, junto a la pérdida directa debida al calor que escapa de la zona de cálculo a través de los elementos ligeros, conforme al método de cálculo utilizado.

Se muestra también el calor neto mensual almacenado o cedido por la masa térmica de cada zona de cálculo, de balance anual nulo.

1.3.4.1. Zonas no habitables

- $A_f = 707,03 \text{ m}^2$.
- $V = 1866,20 \text{ m}^3$.
- $A_{\text{tot}} = 3204,53 \text{ m}^2$.
- $C_m = 341811,312 \text{ kJ/K}$.
- $A_m = 2224,20 \text{ m}^2$.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)
$Q_{\text{tr,op}}$	-3202,8	-2643,3	-2549,7	-2066,8	-1067,9	-1067,9
$Q_{\text{tr,w}}$	-27,1	-22,3	-21,6	-18	-12,5	9,3
$Q_{\text{tr,ac}}$	6615,5	5366,3	5161,9	3821,7	3398,6	2086,4
Q_{ve}	-3228,0	-2662,6	-2583,2	-2146,8	-1496,3	-1111,8
Q_{sol}	24,9	57,5	116,9	158,1	194,5	213,4
Q_{edif}	-182,5	-95,5	-124,3	251,7	-656,9	-110,7

Tabla 6. Balance energético zonas no habitables

	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	TOTAL	
							(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
$Q_{\text{tr,op}}$	-638	-800	-1190,6	-1538,2	-2557,5	-3144,2	-22826,1	-32,3
$Q_{\text{tr,w}}$	-5,6	-6,9	-10,3	-13,4	-21,5	-26,5	-195,1	-0,3
$Q_{\text{tr,ac}}$	1377	1358,3	1645,1	2950,0	4806,2	6231,3	44818,3	63,4
Q_{ve}	-666,9	-829,4	-1226,9	-1591,1	-2569,1	-3164,3	-23276,4	-32,9
Q_{sol}	234,7	209,5	142,6	78,1	33,3	16,1	1479,3	2,1
Q_{edif}	-301,2	68,6	640,1	114,5	308,7	87,5	0	0

Tabla 7. Continuación balance energético zonas no habitables

1.3.4.2. Habitaciones

- $A_f = 1947,36 \text{ m}^2$.
- $V = 5236,34 \text{ m}^3$.
- $A_{\text{tot}} = 10533,53 \text{ m}^2$.
- $C_m = 784056,584 \text{ kJ/K}$.
- $A_m = 7756,77 \text{ m}^2$.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)
$Q_{\text{tr,op}}$	-15423,3	-12765,3	-12477,6	-10320,2	-8179,2	-6179,7
$Q_{\text{tr,w}}$	-8056,2	-6648,3	-6481,7	-5336,9	-4222,6	-3155,8
$Q_{\text{tr,ac}}$	-1256,5	-1121,6	-1212,9	-1233,8	-1647,0	-1614,1
Q_{ve}	-7644,1	-5932,4	-5670,0	-4399,4	-3583	-2225,3
$Q_{\text{int,s}}$	9256,1	8174,2	9135,9	-8534,9	9256,1	8775,3
Q_{sol}	3763,9	4764,6	6106,1	6302	6948,7	7194,3
Q_{edif}	-344,6	-42,6	-168,2	412,6	-1345,1	-155,9
Q_H	19704,8	13571,2	10768,4	6040,9	3055,1	188,7
Q_C	0	0	0	0	-282,9	-2827,7
Q_{HC}	19704,8	13571,2	10768,4	6040,9	3338,0	3016,4

Tabla 8. Balance energético habitaciones.

	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	TOTAL	
							(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
$Q_{tr,op}$	-3973,6	-4439,4	-6252,2	-8162,5	-12094,6	-14955,2	-115222,8	-59,2
$Q_{tr,w}$	-1991,3	-2230,2	-3183,3	-4205,8	-6289,7	-7808,6	-59610,3	-30,6
$Q_{tr,ac}$	-1154,9	-1042,0	-1481,4	-1495,6	-1031,5	-1187,9	-15479,3	-7,9
Q_{ve}	-1087,9	-1419,8	-2360,4	-3545,2	-5708,7	-7252,2	-50828,3	-26,1
$Q_{int,s}$	8895,5	9256,1	8414,7	9256,1	8895,5	8775,3	106625,6	54,8
Q_{sol}	7694,4	7674,6	6583,3	6003,8	4289,4	3450,8	70776,2	36,3
Q_{edif}	-359,6	31,6	1313,8	34,9	480,2	143,1	0	0
Q_H	0	0	0	2114,3	11459,2	18834,8	85737,4	44,0
Q_C	-8022,6	-7830,9	-3034,5	0	0	0	-21998,5	-11,3
Q_{HC}	8022,6	7830,9	3034,5	2114,3	11459,2	18834,8	107735,9	55,3

Tabla 9. Continuación balance energético habitaciones.

1.3.4.3. Zonas habitables acondicionadas

- $A_f = 1633,45 \text{ m}^2$.
- $V = 4353,53 \text{ m}^3$.
- $A_{tot} = 7186,84 \text{ m}^2$.
- $C_m = 579944,772 \text{ kJ/K}$.
- $A_m = 5434,23 \text{ m}^2$.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)
$Q_{tr,op}$	-11427,9	-9396,7	-9096,6	-7335,6	-5415,7	-3843
$Q_{tr,w}$	-1904,1	-1562,6	-1511,3	-1218,7	-899,9	-632,3
$Q_{tr,ac}$	-5358,9	-4244,8	-3949	-2587,9	-1751,6	-472,3
Q_{ve}	-5686,1	-4406,4	-4206,4	-3174,6	-2457,5	-1355,9
$Q_{int,s}$	4269,6	3770,5	4214,1	3936,9	4269,6	4047,8
Q_{sol}	1229,8	1617,2	2099,2	2144,2	2354,9	2392,7
Q_{edif}	-243,9	-60,6	-110,3	293,6	-878,3	-162,0
Q_H	19121,5	14283,3	12560,3	7942,1	4778,4	640,2
Q_C	0	0	0	0	0	-615,2
Q_{HC}	19121,5	14283,3	12560,3	7942,1	4778,4	1255,4

Tabla 10. Balance energético zonas habitables acondicionadas.

	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	TOTAL	
							(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
$Q_{tr,op}$	-2378,5	-2809,3	-3974,3	-5487,3	-8912,3	-11095,9	-81173,2	-49,7
$Q_{tr,w}$	-386,3	-456,5	-649,5	-908,3	-1479,8	-1847,4	-13456,6	-8,2
$Q_{tr,ac}$	-222,1	-316,3	-163,7	-1454,4	-3774,7	-5043,3	-29339,0	-18,0
Q_{ve}	-652,4	-933,6	-1472,6	-2464,3	-4281,5	-5398,2	-36489,3	-22,3
$Q_{int,s}$	4103,3	4269,6	3881,5	4269,6	4103,3	4047,8	49183,6	30,1
Q_{sol}	2610,3	2666,3	2270,7	2040,9	1435	1137,6	23999,0	14,7
Q_{edif}	-376,2	42,5	1051,3	22,1	307,2	114,7	0	0
Q_H	0	0	54,1	3981,6	12602,6	18084,7	94049,0	57,6
Q_C	-2698,0	-2462,9	-997,4	0	0	0	-6773,5	-4,1
Q_{HC}	2698,0	2462,9	1051,5	3981,6	12602,6	18084,7	100822,5	61,7

Tabla 11. Continuación balance energético zonas habitables acondicionadas.

Donde:

- A_f : Superficie útil de la zona térmica (m^2).
- V : Volumen interior neto de la zona térmica (m^3).
- A_{tot} : Área de todas las superficies que revisten la zona térmica (m^2).
- C_m : Capacidad calorífica interna de la zona térmica calculada conforme a la Norma ISO 13786:2007 (método detallado) (kJ/K).
- A_m : Superficie efectiva de masa de la zona térmica, conforme a la Norma ISO 13790:2011 (m^2).

2. Modelo de cálculo del edificio

2.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de Logroño (provincia de La Rioja), con una altura sobre el nivel del mar de 380 m. Le corresponde, conforme al Apéndice B del CTE-DB-HE1, la zona climática D2. La pertenencia a dicha zona climática define las solicitudes exteriores para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

2.2. Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento

2.2.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus condiciones operacionales conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE-DB-HE 1, su acondicionamiento térmico, y sus solicitudes interiores debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

2.2.1.1. Zonas no habitables

Recinto	S (m^2)	V (m^3)	b _{ve}	ren _h (1/h)
Hall ascensores-sótano	5,76	15,12	1	0,80
Sala calderas-sótano	35,64	93,61	1	0,80
Depósito de fuel-oíl-sótano	26,96	70,83	1	0,80
Taller mantenimiento-sótano	15,97	41,95	1	0,80
Transformador-sótano	17,95	47,15	1	0,80
Maquinaria aire -sótano	30,83	80,98	1	0,80
Informática- sótano	15,43	40,54	1	0,80
Garaje-sótano	243,67	640,07	1	0,80
Cámara 1-sotano	6,85	17,99	1	0,80
Cámara 2-sotano	7,65	20,08	1	0,80
Cuarto ropa sucia-sótano	10,38	27,27	1	0,80
Cuarto 1-sotano	3,46	9,08	1	0,80
Cuarto 2-sotano	6,82	17,92	1	0,80
Hall ascensores	2,78	7,30	1	0,80
Montacargas	3,52	9,25	1	0,80
Ascensor-entrepanta	5,87	15,42	1	0,80

Tabla 12. Solicitaciones interiores para las zonas no habitables.

Recinto	S (m ²)	V (m ³)	b _{ve}	ren _h (1/h)
Almacén bebidas-entreplanta	13,00	34,15	1	0,80
Almacén bebidas 2-entreplanta	11,86	31,16	1	0,80
Montacargas-entreplanta	3,36	8,81	1	0,80
Ascensores-entreplanta	6,20	16,30	1	0,80
Ascensor-pisos 1-8	5,98	15,70	1	0,80
Archivo-pisos 1-8	12,72	33,42	1	0,80
Limpieza-pisos 1-8	3,79	9,96	1	0,80
Montacargas-pisos 1-8	4,97	13,06	1	0,80

Tabla 13. Continuación solicitudes interiores para las zonas no habitables.

2.2.1.2. Habitaciones

Recinto	S (m ²)	V (m ³)	b _{ve}	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh /año)	ΣQ _{equip} (kWh /año)	ΣQ _{ilum} (kWh /año)	T ^a calef. media (°C)	T ^a refrig. media (°C)
Baño 1- pisos 1-8	6,22	16,33	1	0,80	132,4	99,3	110,3	20	25
Habitación 1-pisos 1-8	22,52	59,26	1	0,80	479,3	359,5	399,4	20	25
Habitación 4- pisos 1-8	21,04	55,37	1	0,80	447,9	335,9	373,3	20	25
Habitación 3- pisos 1-8	20,04	52,74	1	0,80	426,6	319,9	355,5	20	25
Habitación 2-pisos 1-8	20,90	55,00	1	0,80	444,9	333,7	370,8	20	25
Habitación 5- pisos 1-8	19,83	52,20	1	0,80	422,2	316,6	351,8	20	25
Baño 2- pisos 1-8	6,46	16,97	1	0,80	137,5	103,1	114,6	20	25
Baño 3- pisos 1-8	6,21	16,32	1	0,80	132,3	99,2	110,2	20	25
Baño 4- pisos 1-8	6,50	17,08	1	0,80	138,4	103,8	115,3	20	25
Baño 5- pisos 1-8	7,10	18,66	1	0,80	151,2	113,4	126,0	20	25
Baño 6- pisos 1-8	4,90	12,88	1	0,80	104,4	78,3	87,0	20	25
Baño 7- pisos 1-8	4,75	12,48	1	0,80	101,2	75,9	84,3	20	25
Baño 8- pisos 1-8	6,67	17,53	1	0,80	142,0	106,5	118,4	20	25
Baño 9- pisos 1-8	3,70	9,72	1	0,80	78,8	59,1	65,7	20	25
Habitación 6- pisos 1-8	19,63	51,67	1	0,80	417,9	313,5	348,3	20	25
Habitación 7- pisos 1-8	19,16	50,42	1	0,80	407,8	305,9	339,8	20	25
Habitación 8-pisos 1-8	20,70	54,48	1	0,80	440,6	330,5	367,2	20	25
Habitación 9-pisos 1-8	10,64	27,99	1	0,80	226,4	169,8	188,7	20	25
Habitación 1-bajo cubierta	18,99	63,14	1	0,80	404,3	303,2	336,9	20	25
Habitación 2-bajo cubierta	9,26	32,24	1	0,80	197,1	147,8	164,2	20	25
Habitación 3-bajo cubierta	9,05	31,03	1	0,80	192,8	144,6	160,6	20	25
Habitación 4- bajo cubierta	16,63	61,73	1	0,80	354,1	265,6	295,1	20	25
Habitación 7- bajo cubierta	14,94	54,07	1	0,80	318,0	238,5	265,0	20	25
Habitación 8-bajo cubierta	25,88	90,79	1	0,80	551,0	413,2	459,1	20	25
Baño 1-bajo cubierta	4,56	14,24	1	0,80	97,1	72,8	80,9	20	25
Baño 2-bajo cubierta	4,36	16,75	1	0,80	92,9	69,6	77,4	20	25
Baño 3-bajo cubierta	6,46	21,38	1	0,80	137,6	103,2	114,7	20	25
Baño 5-bajo cubierta	5,60	17,94	1	0,80	119,2	89,4	99,4	20	25
Baño 7-bajo cubierta	6,02	23,69	1	0,80	128,2	96,2	106,9	20	25
Baño 8-bajo cubierta	4,41	17,35	1	0,80	93,9	70,5	78,3	20	25
TOTAL					41455,5	31091,6	34546,2		

Tabla 14. Solicitaciones interiores para las habitaciones.

2.2.1.3. Zonas habitables acondicionadas

Recinto	S (m ²)	V (m ³)	b _{ve}	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh /año)	ΣQ _{equip} (kWh /año)	ΣQ _{ilum} (kWh /año)	T ^a calef. media (°C)	T ^a refrig. media (°C)
Escalera de servicio- planta baja	8,20	21,53	1	0,80	58,2	43,6	145,4	20	25
Distribuidor 2- planta baja	13,87	36,43	1	0,80	98,4	73,8	246,0	20	25
Hall ascensores- planta baja	8,34	21,91	1	0,80	59,2	44,4	148,0	20	25
Salón comedor- planta baja	163,30	429,76	1	0,80	1158,8	869,1	2896,9	20	25
Aseo adaptado- planta baja	5,38	14,13	1	0,80	38,2	28,6	95,4	20	25
Aseo femenino- planta baja	3,09	8,13	1	0,80	21,9	16,5	54,9	20	25
Aseo masculino- planta baja	3,19	8,38	1	0,80	22,6	17,0	56,6	20	25
Cocina- planta baja	44,82	117,72	1	0,80	318,0	238,5	795,1	20	25
Acceso entreplanta- planta baja	9,11	23,98	1	0,80	64,7	48,5	161,7	20	25
Acceso plantas- planta baja	15,18	39,95	1	0,80	107,7	80,8	269,3	20	25
Distribuidor- planta baja	38,05	99,95	1	0,80	270,0	202,5	675,1	20	25
Despacho- planta baja	9,86	25,91	1	0,80	70,0	52,5	174,9	20	25
Despacho 1- planta baja	1,10	2,89	1	0,80	7,8	5,9	19,6	20	25
Despacho 2- planta baja	1,17	3,09	1	0,80	8,3	6,3	20,8	20	25
Recepción- planta baja	46,09	121,06	1	0,80	327,0	245,3	817,6	20	25
Hall- planta baja	7,68	20,16	1	0,80	54,5	40,9	136,2	20	25
Salón de reuniones- entreplanta	120,59	317,37	1	0,80	855,7	641,8	2139,3	20	25
Salón comedor - entreplanta	89,46	235,44	1	0,80	634,8	476,1	1587,0	20	25
Acceso entreplanta	7,42	19,53	1	0,80	52,7	39,5	131,7	20	25
Distribuidor-entreplanta	27,15	71,45	1	0,80	192,6	144,5	481,6	20	25
Pasillo-entreplanta	15,89	41,73	1	0,80	112,7	84,5	281,8	20	25
Hall ascensores- entreplanta	17,71	46,60	1	0,80	125,7	94,3	314,2	20	25
Pasillo 2-entreplanta	2,32	6,11	1	0,80	16,5	12,4	41,2	20	25
Oficio-entreplanta	6,88	18,07	1	0,80	48,8	36,6	122,0	20	25
Distribuidor 2- pisos 1-8	20,48	53,90	1	0,80	145,3	109,0	363,3	20	25
Distribuidor 1- pisos 1-8	49,83	131,15	1	0,80	353,6	265,2	884,0	20	25
Escalera- pisos 1-8	26,21	68,97	1	0,80	186,0	139,5	464,9	20	25
Escalera de servicio- pisos 1-8	12,00	31,52	1	0,80	85,1	63,8	212,8	20	25
Escalera servicio-bajo cubierta	11,10	36,33	1	0,80	78,7	59,1	196,9	20	25
Distribuidor 1-bajo cubierta	33,64	110,22	1	0,80	238,7	179,1	596,9	20	25
Vestuario masculino-bajo cubierta	8,94	32,62	1	0,80	63,4	47,6	158,6	20	25
Vestuario femenino-bajo cubierta	9,33	30,04	1	0,80	66,2	49,6	165,4	20	25

Tabla 15. Solicitaciones interiores para las zonas habitables acondicionadas.

Recinto	S (m ²)	V (m ³)	b _{ve}	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh /año)	ΣQ _{equip} (kWh /año)	ΣQ _{ilum} (kWh /año)	T ^a calef. media (°C)	T ^a refriger. media (°C)
Distribuidor 2-bajo cubierta	10,32	37,13	1	0,80	73,3	54,9	183,1	20	25
Distribuidor 3-bajo cubierta	1,57	4,78	1	0,80	11,1	8,3	27,8	20	25
TOTAL					11590,9	8693,2	28977,4		

Tabla 16. Continuación solicitudes interiores para las zonas habitables acondicionadas.

Donde:

- S: Superficie útil interior del recinto (m²).
- V: Volumen interior neto del recinto (m³).
- b_{ve}: Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación.
- ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie (kWh/año).
- Q_{equip}: Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie (kWh/año).
- Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie (kWh/año).
- T^a calef. Media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción (°C).
- T^a refriger. Media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración (°C).

2.2.2. Perfiles de uso utilizados

A continuación, se muestra los perfiles de uso utilizados en el cálculo del edificio, obtenidos del Apéndice C del CTE-DB-HE1.

Perfil: Media, 12 h (uso no residencial)												
Distribución horaria												
	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	17h	18h	19h	20h
Temp. Consigna Alta (°C)												
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado y festivo	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temp. Consigna Baja (°C)												
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocupación sensible (W/m²)												
Laboral	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Sábado	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iluminación (%)												
Laboral	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sábado	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 17. Perfiles de uso utilizados.

Perfil: Media, 12 h (uso no residencial)												
Distribución horaria												
	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	17h	18h	19h	20h
Equipos (W/m²)												
Laboral	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Sábado	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilación (%)												
Laboral	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sábado	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temp. Consigna Alta (°C)												
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temp. Consigna Baja (°C)												
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocupación sensible (W/m²)												
Laboral	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sábado	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iluminación (%)												
Laboral	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sábado	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipos (W/m²)												
Laboral	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Sábado	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilación (%)												
Laboral	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sábado	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 18. Continuación perfiles de uso utilizados.

2.3. Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.

2.3.1. Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (- 40,7 kWh/(m²·año)) supone el 54,1% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75,3 kWh/(m²·año)).

2.3.1.1. Zonas no habitables




	TIPO	S (m²)	χ (kJ/ (m²·K))	U (W/ (m²·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Tabique de una hoja, con revestimiento		380,15	49,08							
Tabique de una hoja, con revestimiento		287,94	49,08	2,29	10705,0	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Losa de cimentación		430,15	128,85	0,15	-3189,2					

Tabla 19. Elementos constructivos pesados para las zonas no habitables.

	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Forjado unidireccional		233,65	155,36							
Muro de sótano con impermeabilización interior		251,01	286,86	0,59	-7382,0					
Forjado unidireccional		150,05	155,36	1,70	4000,2	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Forjado unidireccional		26,19	147,95	1,96	-2677,6					
Forjado unidireccional		183,44	151,17	1,50	4313,4	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Tabique de una hoja, con revestimiento		9,29	40,76							
Forjado unidireccional		21,28	147,95	2,02	-2119,4					
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas, (forjado unidireccional)		26,07	141,17	0,42	-548,9	0,6	H		0,84	247,5
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas, (forjado unidireccional)		5,47	141,17	0,42	-115,3	0,6	H		0,84	52,1
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas, (forjado unidireccional)		6,20	141,17	0,42	-130,4	0,6	H		0,77	53,8
Tabique de una hoja, con revestimiento		9,29	48,10							
Tabique de una hoja, con revestimiento		9,16	48,10	2,31	343,5	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Tabique de una hoja, con revestimiento		18,36	40,76	2,31	688,4	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Forjado unidireccional		233,65	137,61							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		7,16	78,74	0,57	-203,5	0,4	V	E(84,81)	1,00	35,4
Forjado unidireccional		39,20	137,61	1,70	1044,9	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Forjado unidireccional		12,92	151,17	1,50	435,3	DESDE 'HABITACIONES'				
Forjado unidireccional		7,84	155,36	1,70	299,7	DESDE 'HABITACIONES'				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,89	78,74	0,57	-195,8	0,4	V	E(84,81)	1,00	34,1
Tabique de una hoja, con revestimiento		11,80	31,95	2,34	-1364,2					
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8,29	78,74	0,57	-235,5	0,4	V	E(90)	0,80	35,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,18	78,74	0,57	-118,9	0,4	V	E(84,73)	1,00	20,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		5,26	78,74	0,57	-149,5	0,4	V	N(0)	0,85	4,2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		24,93	70,18	0,58	-714,7	0,4	V	E(90)	0,80	106,7

Tabla 20. Continuación elementos constructivos pesados para las zonas no habitables.












	TIPO	S (m²)	χ (kJ/ (m²·K))	U (W/ (m²·K))	ΣQ _{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ _{SOL} (kWh /año)	
Tabique de una hoja, con revestimiento		6,44	40,76	2,31	332,5	DESDE 'HABITACIONES'					
Tabique de una hoja, con revestimiento		492,83	39,78	2,34	18682,2	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'					
Tabique de una hoja, con revestimiento		83,51	39,78								
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		29,47	70,18	0,58	-844,8	0,4	V	E(84,73)	1,00	146,9	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		37,00	70,18	0,58	-1060,6	0,4	V	N(0)	0,85	30,1	
Tabique de una hoja, con revestimiento		45,15	39,78	2,34	2358,5	DESDE 'HABITACIONES'					
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8,31	70,18	0,58	-238,2	0,4	V	E(90)	0,81	35,8	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8,31	70,18	0,58	-238,2	0,4	V	E(90)	0,84	37,2	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8,98	78,74	0,57	-255,2	0,4	V	E(90)	0,98	46,6	
Tejado (forjado unidireccional)		8,79	143,87	0,88	-387,8	0,6	26	N(0)	1,00	129,1	
Tejado (forjado unidireccional)		4,08	143,87	0,88	-179,9	0,6	10	S(-163,78)	1,00	105,1	
TOTAL					-22826,1						1195,2

Tabla 21. Continuación elementos constructivos pesados para las zonas no habitables.

2.3.1.2. Habitaciones








	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
HABITACIONES										
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		64,80	70,18	0,58	-2723,6	0,4	V	E(84,73)	1,00	323,0
Tabique de una hoja, con revestimiento		6,44	48,10	2,31	-332,5	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Tabique de una hoja, con revestimiento		495,82	48,10							
Forjado unidireccional		7,84	137,61	1,70	-299,7	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Forjado unidireccional		380,67	155,36							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		133,58	78,74	0,57	-5566,4	0,4	V	S(180)	1,00	1046,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		111,36	78,74	0,57	-4640,3	0,4	V	E(84,73)	1,00	550,3

Tabla 22. Elementos constructivos pesados para las habitaciones.






















	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Tabique de una hoja, con revestimiento		495,82	40,76							
Tabique de una hoja, con revestimiento		79,74	49,08	2,29	-1120,6	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Forjado unidireccional		117,81	78,11	1,50	-1199,1	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Forjado unidireccional		12,92	78,11	1,50	-435,3	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Forjado unidireccional		1170,38	151,17							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,24	78,74	0,57	-510,0	0,4	V	O(-78,35)	1,00	56,4
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,19	78,74	0,57	-49,4	0,4	V	N(10,82)	0,69	0,9
Forjado unidireccional		29,50	77,86	1,58	-3262,8					
Tabique de una hoja, con revestimiento		71,85	48,10	2,31	-1018,5	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Tabique de una hoja, con revestimiento		2620,06	39,78							
Forjado unidireccional		49,23	137,61	1,70	-568,2	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		64,48	70,18	0,58	-2710,2	0,4	V	O(-90,02)	1,00	349,0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		21,76	70,18	0,58	-914,6	0,4	V	O(-90,02)	1,00	117,8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		155,57	70,18	0,58	-6538,8	0,4	V	E(101,96)	0,99	925,6
Forjado unidireccional		10,21	137,70	1,78	-1317,0					
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		44,96	70,18	0,58	-1889,7	0,4	V	E(84,73)	1,00	224,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,31	78,74	0,57	-54,6	0,4	V	NO(-53,47)	0,27	1,1
Forjado unidireccional		31,41	77,86	1,55	-3539,5					
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,32	78,74	0,57	-513,6	0,4	V	E(101,96)	0,99	72,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,29	78,74	0,57	-54,0	0,4	V	N(11,96)	0,97	1,4
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,75	78,74	0,57	-73,1	0,4	V	E(77,41)	0,89	6,9

Tabla 23. Continuación elementos constructivos pesados para las habitaciones.

















	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,65	78,74	0,57	-68,8	0,4	V	NO(-53,37)	0,27	1,3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,86	78,74	0,57	-77,5	0,4	V	N(11,84)	1,00	2,0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,18	78,74	0,57	-49,0	0,4	V	N(13,32)	0,62	0,8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,39	78,74	0,57	-266,5	0,4	V	S(180)	0,46	23,2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		86,34	70,18	0,58	-3629,2	0,4	V	O(-78,35)	1,00	401,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8,37	70,18	0,58	-351,6	0,4	V	N(10,82)	0,69	6,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,99	70,18	0,58	-545,8	0,4	V	NO(-53,36)	0,87	34,2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,77	70,18	0,58	-537,0	0,4	V	N(12,1)	1,00	13,9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,18	70,18	0,58	-511,9	0,4	V	E(76,64)	0,29	15,8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		7,94	70,18	0,58	-333,9	0,4	V	N(8,25)	0,68	5,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		93,52	70,18	0,58	-3930,8	0,4	V	S(180)	1,00	739,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		97,16	70,18	0,58	-4083,8	0,4	V	O(-90,02)	1,00	525,9
Forjado unidireccional		121,76	173,11							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,17	70,18	0,58	-385,4	0,4	V	NO(-53,47)	0,27	7,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,36	70,18	0,58	-519,3	0,4	V	N(11,55)	1,00	13,3
Forjado unidireccional		1170,38	78,11							

Tabla 24. Continuación elementos constructivos pesados para las habitaciones.

















	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Tabique de una hoja, con revestimiento		429,95	39,78	2,34	-6160,5	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,13	70,18	0,58	-384,0	0,4	V	N(12,45)	0,64	6,3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,36	70,18	0,58	-519,3	0,4	V	E(76,64)	0,32	17,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		11,02	70,18	0,58	-463,4	0,4	V	E(76,48)	0,29	14,3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,99	70,18	0,58	-545,8	0,4	V	N(11,84)	1	14,0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,49	70,18	0,58	-525,2	0,4	V	NO(-53,71)	0,27	10,3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,06	70,18	0,58	-170,6	0,4	V	N(13,33)	0,62	2,8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,93	70,18	0,58	-291,3	0,4	V	N(12,46)	0,63	4,8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,10	70,18	0,58	-382,5	0,4	V	N(11,96)	0,97	9,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,28	70,18	0,58	-516,4	0,4	V	E(77,41)	0,89	49,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		11,55	70,18	0,58	-485,5	0,4	V	NO(-53,37)	0,27	9,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		13,16	70,18	0,58	-553,1	0,4	V	N(11,84)	1	14,2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8,26	70,18	0,58	-347,2	0,4	V	N(13,32)	0,62	5,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,85	70,18	0,58	-540,1	0,4	V	S(180)	0,48	49,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		46,76	70,18	0,58	-1965,4	0,4	V	E(84,73)	1	233,1
Tabique de una hoja, con revestimiento		16,27	40,76	2,31	-230,7	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				

Tabla 25. Continuación elementos constructivos pesados para las habitaciones.

	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Forjado unidireccional		121,76	77,86							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,42	70,18	0,58	-270,1	0,4	V	S(180)	0,50	25,2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,42	70,18	0,58	-270,1	0,4	V	S(180)	0,51	25,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,42	70,18	0,58	-270,1	0,4	V	S(180)	0,52	26,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,42	70,18	0,58	-270,1	0,4	V	S(180)	0,56	28,3
Cubierta plana transitable, no ventilada		16,54	141,17	0,42	-510,4	0,6	H		0,93	174,2
Cubierta plana transitable, no ventilada		15,69	141,17	0,42	-484,1	0,6	H		0,98	173,5
Cubierta plana transitable, no ventilada		17,41	162,83	0,43	-543,7	0,6	H		0,74	148,3
Cubierta plana transitable, no ventilada		0,60	141,17	0,42	-18,7	0,6	H		0,22	1,5
Cubierta plana transitable, no ventilada		16,57	141,17	0,42	-511,3	0,6	H		0,79	148,3
Cubierta plana transitable, no ventilada		16,19	141,17	0,42	-499,6	0,6	H		0,79	144,7
Cubierta plana transitable, no ventilada		17,68	141,17	0,42	-545,5	0,6	H		0,78	155,9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,42	70,18	0,58	-270,1	0,4	V	S(180)	0,68	34,7
Cubierta plana transitable, no ventilada		17,81	141,17	0,42	-549,6	0,6	H		0,94	189,1
Cubierta plana transitable, no ventilada		16,36	141,17	0,42	-504,8	0,6	H		0,98	181,0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		7,79	78,74	0,57	-324,4	0,4	V	S(-179,98)	1	61,0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		28,08	78,74	0,57	-1169,9	0,4	V	E(84,73)	1	138,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10,12	78,74	0,57	-421,5	0,4	V	N(0)	0,86	8,3
Tejado (forjado unidireccional)		34,51	143,87	0,88	-2230,4	0,6	30	S(180)	1	989,6
Tejado (forjado unidireccional)		26,16	143,87	0,88	-1691,1	0,6	29	N(0)	1	355,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		5,04	78,74	0,57	-210,2	0,4	V	S(-179,98)	1	39,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		7,18	78,74	0,57	-299,2	0,4	V	S(-179,98)	1	56,3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,51	78,74	0,57	-396,1	0,4	V	O(-90,02)	1	51,0

Tabla 26. Continuación elementos constructivos pesados para las habitaciones.






	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH, o}	ΣQ_{soL} (kWh /año)
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		17,68	78,74	0,57	-736,9	0,4	V	O(-90)	1	94,9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,36	78,74	0,57	-264,8	0,4	V	O(-78,35)	1	29,3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		5,89	78,74	0,57	-245,6	0,4	V	N(11,23)	1	6,2
Tejado (forjado unidireccional)		35,27	143,87	0,88	-2279,5	0,6	10	S(-164)	0,14	126,7
Tejado (forjado unidireccional)		32,09	143,87	0,88	-2073,7	0,6	26	N(16,22)	0,18	87,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		23,34	78,74	0,57	-972,8	0,4	V	N(11,23)	1,00	24,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,75	78,74	0,57	-406,3	0,4	V	S(180)	0,89	68,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,59	78,74	0,57	-399,4	0,4	V	E(102)	0,99	56,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		5,67	70,18	0,58	-238,3	0,4	V	S(-180)	1	44,8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,53	70,18	0,58	-274,5	0,4	V	O(-90,02)	1	35,3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		5,55	70,18	0,58	-233,5	0,4	V	O(-90,02)	1	30,1
Tejado (forjado unidireccional)		5,70	143,87	0,88	-368,1	0,6	10	S(-164)	1	146,9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6,74	70,18	0,58	-283,3	0,4	V	E(85)	1	33,6
Tejado (forjado unidireccional)		4,49	143,87	0,88	-289,9	0,6	10	S(-164)	0,17	19,6
Forjado unidireccional		1,50	155,36	1,70	-17,4	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
Forjado unidireccional		1,50	151,17	1,50	-15,3	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'				
TOTAL					-59610					61183

Tabla 27. Continuación elementos constructivos pesados para las habitaciones.

2.3.1.3. Zonas habitables acondicionadas

	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Tabique de una hoja, con revestimiento		528,69	49,08							
Tabique de una hoja, con revestimiento		9,16	40,76	2,31	-343,5	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Tabique de una hoja, con revestimiento		287,93	49,08	2,29	-10705,0	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Losa de cimentación		30,40	128,85	0,15	-299,5					
Forjado unidireccional		169,02	155,36							
Muro de sótano con impermeabilización interior		7,16	286,86	0,59	-279,6					
Forjado unidireccional		1048,10	151,17							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		25,11	78,74	0,57	-948,3	0,4	V	S(180)	1,00	196,8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		28,14	78,74	0,57	-1062,4	0,4	V	O(-90)	1,00	151,0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		45,89	78,74	0,57	-1732,8	0,4	V	E(85)	1,00	227,0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		13,47	78,74	0,57	-508,4	0,4	V	E(102)	0,99	79,3
Tabique de una hoja, con revestimiento		126,31	40,76							
Forjado unidireccional		183,44	78,11	1,50	-4313,4	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Forjado unidireccional		1048,10	78,11							
Forjado unidireccional		39,20	155,36	1,70	-1044,9	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Forjado unidireccional		70,23	147,95	2,02	-9293,7					
Tabique de una hoja, con revestimiento		126,31	48,10							
Tabique de una hoja, con revestimiento		577,82	39,78							
Forjado unidireccional		150,05	137,61	1,70	-4000,2	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Forjado unidireccional		169,02	137,61							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		17,00	78,74	0,57	-641,7	0,4	V	E(84,81)	1,00	84,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		64,66	78,74	0,57	-2441,7	0,4	V	O(-90)	1	347,1
Tabique de una hoja, con revestimiento		54,85	31,95	2,34	-8428,6					

Tabla 28. Elementos constructivos pesados para las zonas habitables acondicionadas.

	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Tabique de una hoja, con revestimiento		18,36	48,10	2,31	-688,4	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10,76	70,18	0,58	-409,6	0,4	V	N(11,78)	0,64	7,5
Tabique de una hoja, con revestimiento		18,65	30,97	2,36	-2890,4					
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		7,66	78,74	0,57	-289,2	0,4	V	E(101,76)	0,99	45,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2,02	78,74	0,57	-76,3	0,4	V	N(10,9)	0,69	1,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2,98	78,74	0,57	-112,5	0,4	V	NO(-45)	0,33	2,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		3,02	78,74	0,57	-114,2	0,4	V	E(70,62)	0,37	4,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,02	78,74	0,57	-38,7	0,4	V	N(10,66)	0,98	1,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		7,72	78,74	0,57	-291,5	0,4	V	O(-78,43)	0,31	11,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		12,05	78,74	0,57	-455,0	0,4	V	E(84,81)	1	59,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		16,06	78,74	0,57	-606,4	0,4	V	S(179,89)	1	125,8
Cubierta plana transitable, no ventilada		16,00	141,17	0,42	-447,8	0,6	H		0,70	127,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10,43	78,74	0,57	-393,6	0,4	V	O(-78,19)	1,00	47,9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		14,17	78,74	0,57	-535,1	0,4	V	N(11,75)	0,67	10,1
Forjado unidireccional		23,91	77,86	1,55	-2441,6					
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,96	78,74	0,57	-187,3	0,4	V	E(85,28)	1,00	24,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10,65	78,74	0,57	-402,3	0,4	V	S(-179,73)	1,00	83,5
Cubierta plana transitable, no ventilada		6,31	141,17	0,42	-176,5	0,6	H		0,69	49,2
Cubierta plana transitable, no ventilada		6,07	141,17	0,42	-169,8	0,6	H		0,29	19,8
Forjado unidireccional		117,81	151,17	1,50	1199,1	DESDE 'HABITACIONES'				
Forjado unidireccional		49,23	155,36	1,70	568,2	DESDE 'HABITACIONES'				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,45	78,74	0,57	-356,8	0,4	V	O(-90,03)	1	50,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8,41	78,74	0,57	-317,6	0,4	V	O(-90,03)	1	45,1

Tabla 29. Continuación elementos constructivos pesados para las zonas habitables acondicionadas.

	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,45	78,74	0,57	-356,8	0,4	V	O(-90,03)	1	50,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8,41	78,74	0,57	-317,6	0,4	V	O(-90,03)	1	45,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		7,21	78,74	0,57	-272,1	0,4	V	N(0,3)	0,85	5,9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,50	78,74	0,57	-169,7	0,4	V	O(-90,02)	1	24,1
Tabique de una hoja, con revestimiento		79,74	49,08	2,29	1120,6	DESDE 'HABITACIONES'				
Tabique de una hoja, con revestimiento		71,85	40,76	2,31	1018,5	DESDE 'HABITACIONES'				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		28,07	78,74	0,57	-1059,7	0,4	V	O(-90,02)	1	150,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,16	78,74	0,57	-345,9	0,4	V	E(90,3)	0,55	26,7
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,12	78,74	0,57	-344,4	0,4	V	O(-90,02)	1,00	48,9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2,96	78,74	0,57	-112,0	0,4	V	S(180)	0,38	8,8
Forjado unidireccional		1,78	137,70	1,78	-208,7					
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		50,51	70,18	0,58	-1923,6	0,4	V	N(0,3)	0,85	41,4
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		31,64	70,18	0,58	-1205,1	0,4	V	O(-90,02)	1	171,3
Tabique de una hoja, con revestimiento		492,83	39,78	2,34	-18682,2	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'				
Tabique de una hoja, con revestimiento		16,27	48,10	2,31	230,7	DESDE 'HABITACIONES'				
Tabique de una hoja, con revestimiento		429,95	39,78	2,34	6160,5	DESDE 'HABITACIONES'				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		196,66	70,18	0,58	-7490,6	0,4	V	O(-90,02)	1	1064,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		55,14	70,18	0,58	-2100,2	0,4	V	E(90,3)	0,55	162,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		64,01	70,18	0,58	-2438,2	0,4	V	O(-90,02)	1,00	346,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,15	70,18	0,58	-348,5	0,4	V	S(180)	0,38	27,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,58	70,18	0,58	-174,3	0,4	V	S(180)	0,39	14,2

Tabla 30. Continuación elementos constructivos pesados para las zonas habitables acondicionadas.

	TIPO	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{TR} (kWh /año)	α	I (°)	O (°)	F _{SH,O}	ΣQ_{SOL} (kWh /año)
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,58	70,18	0,58	-174,3	0,4	V	S(180)	0,40	14,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,58	70,18	0,58	-174,3	0,4	V	S(180)	0,41	15,0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,58	70,18	0,58	-174,3	0,4	V	S(180)	0,44	15,8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,19	70,18	0,58	-350,0	0,4	V	E(90,3)	0,61	30,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,58	70,18	0,58	-174,3	0,4	V	S(180)	0,51	18,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,05	70,18	0,58	-154,4	0,4	V	O(-90,02)	1,00	21,9
Tejado (forjado unidireccional)		0,95	143,87	0,88	-55,7	0,6	29	N(0)	1,00	12,9
Tejado (forjado unidireccional)		4,24	143,87	0,88	-248,4	0,6	22	S(179,69)	0,98	115,9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4,60	70,18	0,58	-175,2	0,4	V	O(-90,02)	1,00	24,9
Tejado (forjado unidireccional)		5,23	143,87	0,88	-306,8	0,6	10	S(-163,78)	1,00	134,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2,84	78,74	0,57	-107,2	0,4	V	S(180)	0,65	14,5
Tejado (forjado unidireccional)		21,77	143,87	0,88	-1277,0	0,6	10	S(-163,78)	1,00	561,6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2,61	78,74	0,57	-98,6	0,4	V	N(1,2)	0,87	2,2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,90	78,74	0,57	-374,0	0,4	V	E(90)	0,89	46,4
Forjado unidireccional		1,50	78,11	1,50	15,3	DESDE 'HABITACIONES'				
Tejado (forjado unidireccional)		3,04	143,87	0,88	-178,6	0,6	30	S(180)	1,00	87,3
Tejado (forjado unidireccional)		11,14	143,87	0,88	-653,5	0,6	29	N(0)	1,00	151,2
Tejado (forjado unidireccional)		16,18	143,87	0,88	-949,1	0,6	26	N(0)	1,00	237,7
Tejado (forjado unidireccional)		16,50	143,87	0,88	-967,6	0,6	22	S(179,69)	1,00	459,1
Tejado (forjado unidireccional)		2,73	143,87	0,88	-160,1	0,6	10	S(-163,78)	1,00	70,1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,96	70,18	0,58	-379,4	0,4	V	O(-90,02)	1,00	53,9
Tejado (forjado unidireccional)		8,68	143,87	0,88	-509,2	0,6	22	S(179,69)	0,97	235,3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		9,51	70,18	0,58	-362,0	0,4	V	O(-90,02)	1,00	51,5
Tejado (forjado unidireccional)		0,58	143,87	0,88	-34,3	0,6	10	S(-163,78)	0,96	14,5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1,34	78,74	0,57	-50,6	0,4	V	S(-179,98)	1,00	10,5
Forjado unidireccional		1,50	137,61	1,70	17,4	DESDE 'HABITACIONES'				
TOTAL					-63603					6421

Tabla 31. Continuación elementos constructivos pesados para las zonas habitables acondicionadas.

Donde:

- S: Superficie del elemento.
- χ : Capacidad calorífica por superficie del elemento.
- U: Transmitancia térmica del elemento.
- Q_{tr} : Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.
- α : Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.
- I: Inclinación de la superficie (elevación).
- O: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).
- $F_{sh,o}$: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.
- Q_{sol} : Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.2. Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-20,4 kWh/ (m²·año)) supone el 27,1% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75,3 kWh/ (m²·año)).

2.3.2.1. Zonas no habitables







Zonas no habitables	TIPO	S (m ²)	U _G (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _F (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{tr} (kWh /AÑO)	G _{GL}	α	I (°)	O (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ_{sol} (kWh /AÑO)
Puerta cortafuegos		4,60		1	2,25	168,0	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Puerta cortafuegos		3,00		1	2,25	109,6	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Puerta cortafuegos		17,60		1	2,25	642,9	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Puerta cortafuegos		6,20		1	2,25	226,5	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Puerta cortafuegos		12,80		1	2,25	467,6	DESDE 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Doble acristalamiento		1,04	2,50	0,42	5,70	-195,1	0,58	0,4	V	E(90)	0,87	0,98	284,2
TOTAL						-195,1							284,2

Tabla 32. Elementos constructivos ligeros para las zonas no habitables.

2.3.2.2. Habitaciones











Habitaciones	Tipo	S (m ²)	U _G (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _F (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I (°)	O (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ_{sol} (kWh /año)
Doble acristalamiento		66,56	2,50	0,28	5,70	-16076,5	0,58	0,4	V	S(180)	0,82	1,00	27721,0
Puerta cortafuegos		12,80		1,00	2,25	-176,7	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Puerta cortafuegos		27,20		1,00	2,25	-375,6	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Puerta cortafuegos		12,80		1,00	2,25	-176,7	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Doble acristalamiento		10,08	2,50	0,35	5,70	-2587,1	0,58	0,4	V	NO(-53,36)	1,00	0,93	2322,0
Doble acristalamiento		14,56	2,50	0,29	5,70	-3548,6	0,58	0,4	V	N(12,1)	1,00	1,00	2547,6
Doble acristalamiento		10,08	2,50	0,35	5,70	-2587,1	0,58	0,4	V	E(76,64)	0,87	0,52	1427,6
Puerta cortafuegos		12,80		1,00	2,25	-176,7	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Doble acristalamiento		10,08	2,50	0,35	5,70	-2587,1	0,58	0,4	V	NO(-53,47)	1,00	0,60	1514,4
Doble acristalamiento		14,56	2,50	0,29	5,70	-3548,6	0,58	0,4	V	N(11,55)	1,00	1,00	2539,6

Tabla 33. Elementos constructivos ligeros para las habitaciones.

Habitaciones	Tipo	S (m ²)	U _g (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _f (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Doble acristalamiento		10,08	2,50	0,35	5,70	-2587,1	0,58	0,4	V	E(76,64)	0,87	0,55	1506,3
Puerta cortafuegos		12,80		1,00	2,25	-176,7	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Doble acristalamiento		10,08	2,50	0,35	5,70	-2587,1	0,58	0,4	V	E(76,48)	0,87	0,52	1427,3
Doble acristalamiento		14,56	2,50	0,29	5,70	-3548,6	0,58	0,4	V	N(11,84)	1,00	1,00	2543,7
Doble acristalamiento		10,08	2,50	0,35	5,70	-2587,1	0,58	0,4	V	NO(-53,71)	1,00	0,60	1514,9
Puerta cortafuegos		12,80		1,00	2,25	-176,7	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Doble acristalamiento		10,08	2,50	0,35	5,70	-2587,1	0,58	0,4	V	E(77,41)	0,87	0,93	2567,1
Doble acristalamiento		10,08	2,50	0,35	5,70	-2587,1	0,58	0,4	V	NO(-53,37)	1,00	0,60	1514,2
Doble acristalamiento		14,56	2,50	0,29	5,70	-3548,6	0,58	0,4	V	N(11,84)	1,00	1,00	2543,8
Puerta cortafuegos		12,80		1,00	2,25	-176,7	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Doble acristalamiento		6,24	2,50	0,28	5,70	-1507,2	0,58	0,4	V	S(180)	0,82	0,60	1548,4
Puerta cortafuegos		12,80		1,00	2,25	-176,7	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Doble acristalamiento		2,08	2,50	0,28	5,70	-502,4	0,58	0,4	V	S(180)	0,82	0,61	531,6
Doble acristalamiento		2,08	2,50	0,28	5,70	-502,4	0,58	0,4	V	S(180)	0,82	0,63	542,3
Doble acristalamiento		2,08	2,50	0,28	5,70	-502,4	0,58	0,4	V	S(180)	0,82	0,64	558,5
Doble acristalamiento		2,08	2,50	0,28	5,70	-502,4	0,58	0,4	V	S(180)	0,82	0,67	580,8
Doble acristalamiento		2,08	2,50	0,28	5,70	-502,4	0,58	0,4	V	S(180)	0,82	0,75	653,6
Doble acristalamiento		1,56	2,50	0,32	5,70	-392,7	0,58	0,4	V	S(-179,98)	0,82	1,00	616,8
Doble acristalamiento		2,34	2,50	0,26	5,70	-556,6	0,58	0,4	V	N(0)	1,00	0,96	392,4
Puerta cortafuegos		3,20		1,00	2,25	-44,2	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Puerta cortafuegos		2,34	2,50	0,26	5,70	-556,6	0,58	0,4	V	S(-179,98)	0,82	1,00	992,2
Doble acristalamiento		1,56	2,50	0,32	5,70	-392,7	0,58	0,4	V	S(-179,98)	0,82	1,00	616,8
Puerta cortafuegos		3,20		1,00	2,25	-44,2	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Doble acristalamiento		1,56	2,50	0,32	5,70	-392,7	0,58	0,4	V	N(11,23)	1,00	1,00	259,0
Doble acristalamiento		4,68	2,50	0,32	5,70	-1179,4	0,58	0,4	V	N(11,23)	1,00	1,00	775,7
Puerta cortafuegos		1,60		1,00	2,25	-22,1	HACIA 'ZONA HABITABLE ACONDICIONADA'						
Puerta cortafuegos		1,60		1,00	2,25	-256,9		0,6	V	N(11,23)	0,00	1,00	18,6
Doble acristalamiento		2,08	2,50	0,28	5,70	-502,4	0,58	0,4	V	S(180)	0,82	0,91	790,0
Doble acristalamiento		1,56	2,50	0,32	5,70	-392,7	0,58	0,4	V	S(-179,98)	0,82	1,00	616,8
TOTAL						-59610,3							

2.3.2.3. Zonas habitables acondicionadas













Zona habitable Acondicionada	Tipo	S (m ²)	U _g (W/(m ² ·K))	F _F (%)	U _f (W/(m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh/año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh/año)
Puerta cortafuegos		7,60		1,00	2,25	-277,6	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'						
Puerta cortafuegos		23,80		1,00	2,25	-869,4	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'						
Puerta cortafuegos		1,60		1,00	2,25	-234,8		0,6	V	S(180)	0,00	1,00	82,2
Doble acristalamiento		10,53	2,50	0,24	5,70	-2241,1	0,58	0,4	V	S(180)	1,00	1,00	5534,9
Doble acristalamiento		5,04	2,50	0,24	5,70	-1073,0	0,58	0,4	V	N(11,78)	1,00	0,90	838,6
Doble acristalamiento		2,52	2,50	0,27	5,70	-551,6	0,58	0,4	V	N(10,9)	1,00	0,91	409,2
Doble acristalamiento		10,53	2,50	0,24	5,70	-2241,1	0,58	0,4	V	S(179,89)	1,00	1,00	5534,8
Doble acristalamiento		1,30	2,50	0,36	5,70	-309,4	0,58	0,4	V	N(11,75)	1,00	0,89	183,5
Doble acristalamiento		1,30	2,50	0,36	5,70	-309,4	0,58	0,4	V	N(11,75)	1,00	0,90	183,7
Doble acristalamiento		1,30	2,50	0,36	5,70	-309,4	0,58	0,4	V	N(11,75)	1,00	0,90	184,0
Doble acristalamiento		1,30	2,50	0,36	5,70	-309,4	0,58	0,4	V	N(11,75)	1,00	0,90	184,8
Doble acristalamiento		1,30	2,50	0,36	5,70	-309,4	0,58	0,4	V	N(11,75)	1,00	0,90	185,3
Doble acristalamiento		1,30	2,50	0,36	5,70	-309,4	0,58	0,4	V	N(11,75)	1,00	0,91	185,7
Doble acristalamiento		18,72	2,50	0,26	5,70	-4070,2	0,58	0,4	V	N(0,3)	1,00	0,96	3143,4
Puerta cortafuegos		51,20		1,00	2,25	707,0	DESDE 'HABITACIONES'						
Puerta cortafuegos		12,80		1,00	2,25	-467,6	HACIA 'ZONA NO HABITABLE'						
Puerta cortafuegos		64,00		1,00	2,25	883,7	DESDE 'HABITACIONES'						
Puerta cortafuegos		1,60		1,00	2,25	-234,8		0,6	V	S(180)	0,00	0,44	36,6
Doble acristalamiento		1,04	2,50	0,42	5,70	-259,8	0,58	0,4	V	S(180)	0,74	0,73	241,4
Doble acristalamiento		2,08	2,50	0,28	5,70	-459,2	0,58	0,4	V	E(90)	0,91	0,89	643,6
Puerta cortafuegos		4,80		1,00	2,25	66,3	DESDE 'HABITACIONES'						
Puerta cortafuegos		4,80		1,00	2,25	66,3	DESDE 'HABITACIONES'						
Puerta cortafuegos		1,60		1,00	2,25	-234,8		0,6	V	S(-179,98)	0,00	1,00	82,3
TOTAL						-13456,6							17654,2

Tabla 35. Elementos constructivos ligeros para las zonas habitables acondicionadas.

Donde:

- S: Superficie del elemento.
- U_g: Transmitancia térmica de la parte translúcida.
- F_F: Fracción de parte opaca del elemento ligero.
- U_f: Transmitancia térmica de la parte opaca.

- Q_{tr} : Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.
- g_{gl} : Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.
- α : Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero.
- I : Inclinación de la superficie (elevación).
- O : Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).
- $F_{sh,gl}$: Valor medio anual del factor reductor de sombreado para dispositivos de sombra móviles.
- $F_{sh,o}$: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.
- Q_{sol} : Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.3. Composición constructiva. Puentes térmicos

La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-14,1 kWh/ (m²·año)) supone el 18,8% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75,3 kWh/ (m²·año)).

Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-54,8 kWh/ (m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el 25,7%.


















HABITACIONES				
	TIPO	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ_{TR} (kWh /AÑO)
Esquina saliente		21,01	0,500	-761,4
Frente de forjado		757,17	0,374	-20548,1
Esquina saliente		5,58	0,094	-38,2
Frente de forjado		180,87	0,374	-4900,4
Frente de forjado		17,17	0,375	-466,4
Esquina saliente		55,41	0,094	-378,3
Esquina entrante		23,69	-0,134	229,5
Frente de forjado		12,99	0,375	-352,9
Esquina saliente		221,39	0,094	-1513,6
Esquina entrante		166,12	-0,134	1612,0
Frente de forjado		106,99	0,374	-2900,5
Cubierta plana		28,37	0,338	-694,7
Cubierta plana		2,31	0,338	-56,6
Cubierta plana		8,92	0,338	-218,6
Cubierta plana		12,15	0,338	-297,2
Cubierta plana		30,54	0,380	-840,6
Cubierta plana		30,36	0,380	-835,9
TOTAL				-32962

Tabla 36. Puentes térmicos habitaciones.

















ZONA HABITABLE ACONDICIONADA				
	TIPO	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ_{TR} (kWh/AÑO)
Suelo en contacto con el terreno		2,68	0,500	-87,9
Frente de forjado		57,26	0,380	-1429,4
Esquina saliente		2,87	0,094	-17,8
Frente de forjado		21,74	0,375	-535,2
Frente de forjado		124,40	0,374	-3054,2
Frente de forjado		392,72	0,374	-9655,3
Esquina entrante		5,25	-0,441	152,1
Esquina entrante		42,10	-0,134	370,2
Esquina saliente		18,48	0,094	-114,3
Esquina entrante		7,82	-0,134	68,6
Esquina saliente		51,47	0,500	-1689,9
Cubierta plana		17,34	0,338	-384,5
Frente de forjado		8,10	1,081	-574,8
Frente de forjado		10,61	0,375	-261,1
Esquina entrante		5,26	-0,134	46,4
Cubierta plana		16,15	0,380	-402,9
TOTAL				-17570

Tabla 37. Puentes térmicos zonas habitables acondicionadas.

2.4. Procedimiento de cálculo de la demanda energética

El procedimiento de cálculo empleado consiste en la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures).

Este procedimiento de cálculo utiliza un modelo equivalente de resistencia-capacitancia (R-C) de tres nodos en base horaria. Este modelo hace una distinción entre la temperatura del aire interior y la temperatura media radiante de las superficies interiores (revestimiento de la zona del edificio), permitiendo su uso en comprobaciones de confort térmico, y aumentando la exactitud de la consideración de las partes radiantes y convectivas de las ganancias solares, luminosas e internas.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE-DB-HE1, al considerar los siguientes aspectos:

- El diseño, emplazamiento y orientación del edificio.
- La evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos.
- El acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas.
- Las solicitudes interiores, solicitudes exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 del CTE-DB-HE1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre.
- Las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales.

- Las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación.
- Las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO III: PROPUESTA DE MEJORA DE
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS MEDIANTE
CYPECAD MEP**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1.	Resultados del cálculo de demanda energética.....	131
1.1.	Porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia.....	131
1.1.1.	Situación actual	131
1.1.2	Propuesta de mejora	131
1.2.	Resumen del cálculo de la demanda energética.....	131
1.2.1.	Propuesta de mejora.....	131
1.2.2.	Balance energético anual del edificio	132
1.2.3.	Resultados numéricos del balance energético por zona.....	134
2.	Modelo de cálculo del edificio.....	137
2.1.	Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo	137
2.1.1.	Composición constructiva. Elementos constructivos pesados	137
2.1.2.	Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.....	138
2.1.3.	Composición constructiva. Puentes térmicos.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Demanda energética de calefacción y de refrigeración.	131
Tabla 2.	Balance energético anual.	132
Tabla 3.	Aporte energético de calefacción y refrigeración.	133
Tabla 4.	Balance energético de las zonas no habitables.	134
Tabla 5.	Balance energético de las habitaciones.....	135
Tabla 6.	Balance energético de las zonas habitables condicionadas.	136
Tabla 7.	Calor intercambiado con el ambiente exterior y ganancia solar acumulada para los elementos constructivos pesados.....	137
Tabla 8.	Calor intercambiado con el ambiente exterior y ganancia solar acumulada para los elementos constructivos ligeros.....	138
Tabla 9.	Calor intercambiado en los puentes térmicos.	139

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Balance energético anual.....	133
Ilustración 2. Balance energético anual por m ² de superficie.....	133
Ilustración 3. Balance energético de las zonas no habitables.....	134
Ilustración 4. Balance energético por m ² de superficie de las zonas no habitables.....	134
Ilustración 5. Balance energético de las habitaciones.	135
Ilustración 6. Balance energético por m ² de superficie de las habitaciones.	135
Ilustración 7. Balance energético de las zonas habitables acondicionadas.	136
Ilustración 8. Balance energético por m ² de superficie de las zonas habitables acondicionadas...136	
Ilustración 9. Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través de elementos constructivos pesados	137
Ilustración 10. Ganancia solar acumulada a través de elementos constructivos pesados.....	138
Ilustración 11. Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través de elementos constructivos ligeros (kWh/año).....	138
Ilustración 12. Ganancia solar acumulada a través de elementos constructivos pesados	139
Ilustración 13. Sumatorio del calor intercambiado en los puentes térmicos (kWh/año).....	140

1. Resultados del cálculo de demanda energética

1.1. Porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia

1.1.1. Situación actual

$$\%_{AD} = 100 \cdot \frac{D_{G,ref} - D_{G,obj}}{D_{G,ref}} = 100 \cdot \frac{56,3 - 55,8}{56,3} = 0,8$$

$$\%_{AD} = 0,8 \% < \%_{AD,exigido} = 25 \%$$

1.1.2. Propuesta de mejora

$$\%_{AD} = 100 \cdot \frac{D_{G,ref} - D_{G,obj}}{D_{G,ref}} = 100 \cdot \frac{64 - 47,7}{64} = 25,5$$

$$\%_{AD} = 25,5 \% > \%_{AD,exigido} = 25 \%$$

Donde:

- $\%_{AD}$: Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.
- $\%_{AD,exigido}$: Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.
- $D_{G,obj}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración.
- $D_{G,ref}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia.

1.2. Resumen del cálculo de la demanda energética

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	$D_{G,obj}$		$D_{G,ref}$		$\%_{AD}$
		(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))	(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))	
Situación actual	3580,81	199926,8	55,8	201520,2	56,3	0,8
Propuesta de mejora	3093,30	147535,9	47,7	198047,5	64,0	25,5

Tabla 1. Demanda energética de calefacción y de refrigeración.

Donde:

- S_u : Superficie útil de la zona habitable (m²).

1.2.1. Propuesta de mejora

En la propuesta de mejora la fachada actual del edificio, fachada revestida con mortero monocapa, es sustituida por una fachada de una hoja con aislamiento por el exterior. En la tabiquería se añaden trasdosados a ambos lados del tabique de una hoja.

Esta propuesta se encuentra de forma más de tallada en el apartado mejora de los elementos constructivos y materiales del edificio de la memoria.

1.2.2. Balance energético anual del edificio

En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes al balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Situación actual		Propuesta de mejora	
	kWh/año	kWh/(m ² ·a)	kWh/año	kWh/(m ² ·a)
$Q_{tr,op}$	-219222,1	-61,2	-148222,3	-47,9
$Q_{tr,w}$	-73262,0	-20,5	-72033,5	-23,3
$Q_{tr,ac}$	0	0	0	0
Q_{ve}	-110594,0	-30,9	-92330,8	-29,8
$Q_{int,s}$	155809,2	43,5	131016,6	42,4
Q_{sol}	96254,4	26,9	81350,2	26,3
Q_{edif}	0	0	0	0
Q_H	179786,4	50,2	128052,8	41,4
Q_C	-28772,0	-8,0	-27833,0	-9,0
Q_{HC}	208558,4	58,2	155885,8	50,4

Tabla 2. Balance energético anual.

Donde:

- $Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior.
- $Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior.
- $Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas.
- Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación.
- $Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible.
- Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar.
- Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio.
- Q_H : Energía aportada de calefacción.
- Q_C : Energía aportada de refrigeración.
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

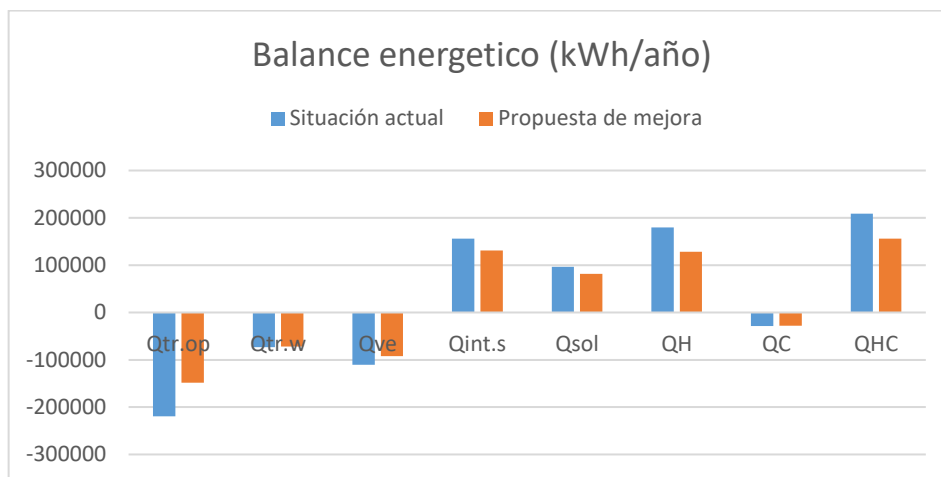


Ilustración 1. Balance energético anual.

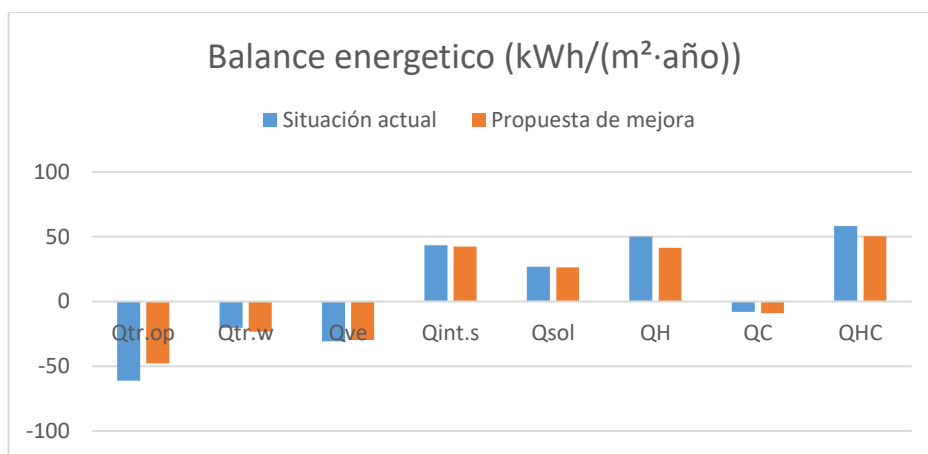


Ilustración 2. Balance energético anual por m² de superficie.

En la siguiente tabla se muestran los resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración para la propuesta de mejora y la situación actual:

		Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m²)	Demanda típica por día activo (kWh/m²)
Propuesta de mejora	Calefacción	374	198	2226	11	18,60	0,2091
	Refrigeración	179	97	863	8	10,43	0,0928
Situación actual	Calefacción	386	202	2305	11	21,78	0,2486
	Refrigeración	148	80	745	9	10,79	0,1004

Tabla 3. Aporte energético de calefacción y refrigeración.

1.2.3. Resultados numéricos del balance energético por zona

1.2.3.1. Zona no habitable

	Situación actual		Propuesta de mejora	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
$Q_{tr,op}$	-22826,1	-32,3	-15038	-22,4
$Q_{tr,w}$	-195,1	-0,3	-142,4	-0,2
$Q_{tr,ac}$	44818,3	63,4	29902,3	44,6
Q_{ve}	-23276,4	-32,9	-16054,8	-24
Q_{sol}	1479,3	2,1	1332,8	2
Q_{edif}	0	0	0	0

Tabla 4. Balance energético de las zonas no habitables.

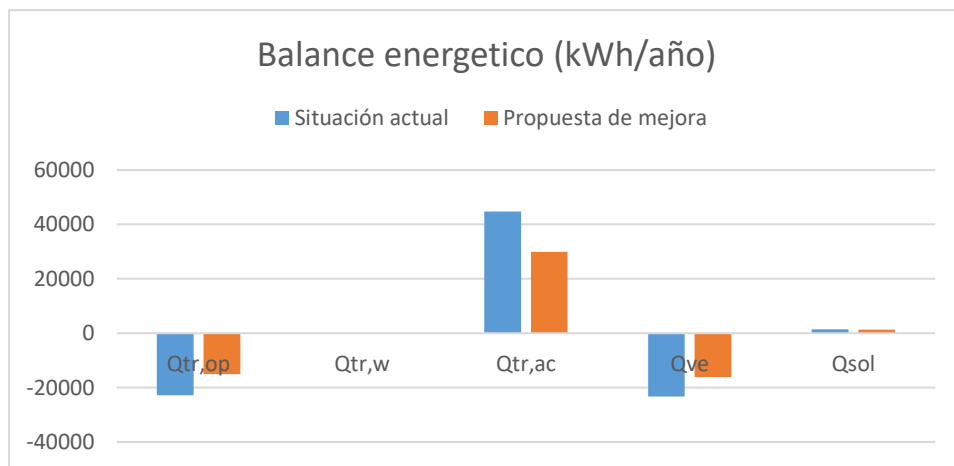


Ilustración 3. Balance energético de las zonas no habitables.

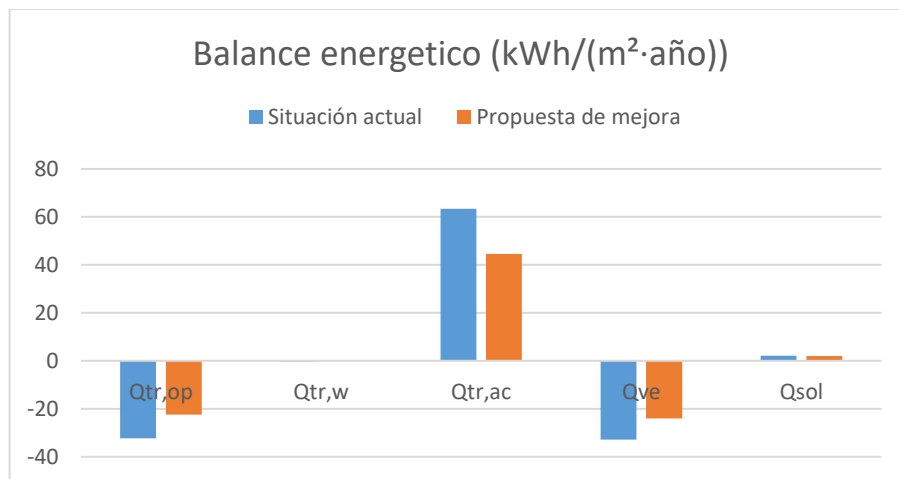


Ilustración 4. Balance energético por m² de superficie de las zonas no habitables.

1.2.3.2. Habitaciones

	Situación actual		Propuesta de mejora	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
$Q_{tr,op}$	-115222,8	-59,2	-80163,5	-52,1
$Q_{tr,w}$	-59610,3	-30,6	-54283,0	-35,3
$Q_{tr,ac}$	-15479,3	-7,9	-4842,0	-3,1
Q_{ve}	-50828,3	-26,1	-41205,3	-26,8
$Q_{int,s}$	106625,6	54,8	84241,9	54,7
Q_{sol}	70776,2	36,3	57116,8	37,1
Q_{edif}	0	0	0	0
Q_H	85737,4	44,0	59852,7	38,9
Q_C	-21998,5	-11,3	-20717,7	-13,5
Q_{HC}	107735,9	55,3	80570,4	52,3

Tabla 5. Balance energético de las habitaciones.

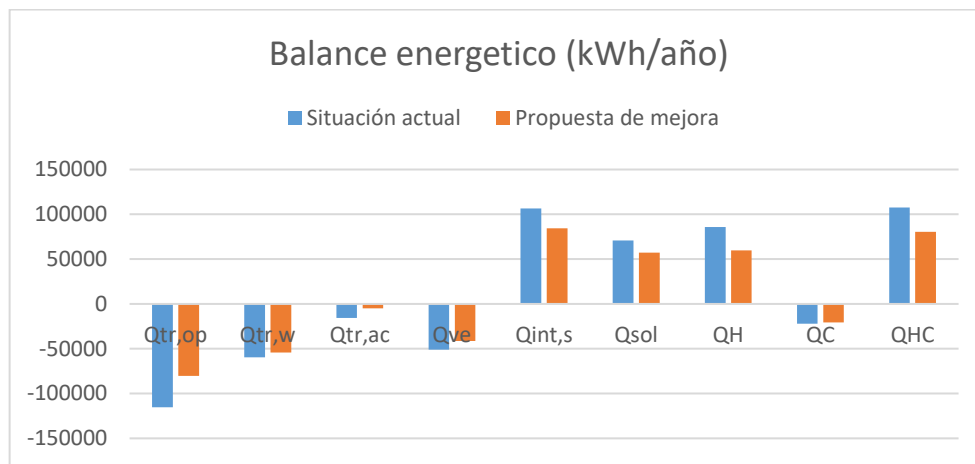


Ilustración 5. Balance energético de las habitaciones.

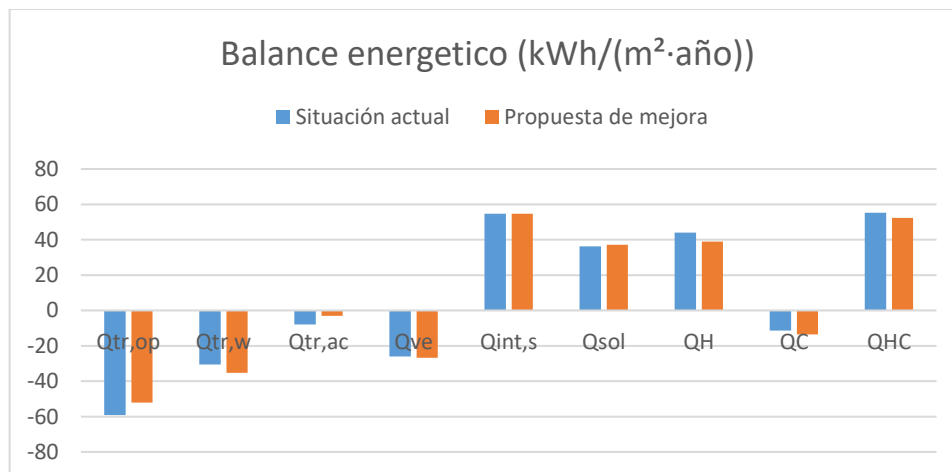


Ilustración 6. Balance energético por m² de superficie de las habitaciones.

1.2.3.3. Zona habitable condicionada

	Situación actual		Propuesta de mejora	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
$Q_{tr,op}$	-81173,2	-49,7	-53020,9	-34,1
$Q_{tr,w}$	-13456,6	-8,2	-17608,2	-11,3
$Q_{tr,ac}$	-29339,0	-18,0	-25060,3	-16,1
Q_{ve}	-36489,3	-22,3	-35070,7	-22,6
$Q_{int,s}$	49183,6	30,1	46774,7	30,1
Q_{sol}	23999,0	14,7	22900,6	14,7
Q_{edif}	0	0	0	0
Q_H	94049,0	57,6	68200,0	43,9
Q_C	-6773,5	-4,1	-7115,3	-4,6
Q_{HC}	100822,5	61,7	75315,4	48,5

Tabla 6. Balance energético de las zonas habitables condicionadas.

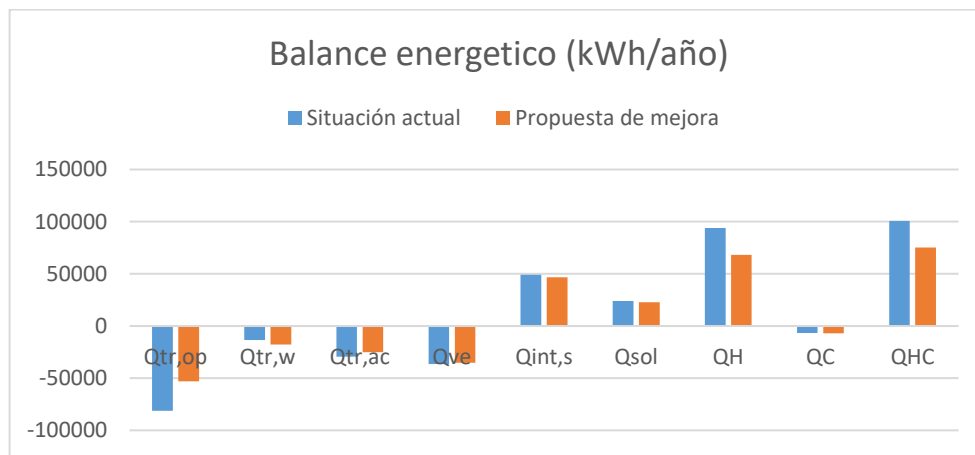


Ilustración 7. Balance energético de las zonas habitables acondicionadas.

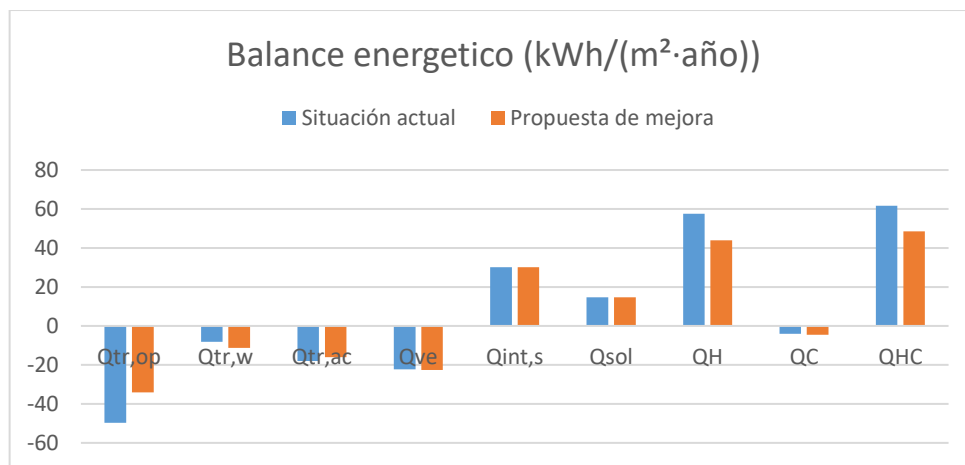


Ilustración 8. Balance energético por m² de superficie de las zonas habitables acondicionadas.

2. Modelo de cálculo del edificio

2.1. Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo

2.1.1. Composición constructiva. Elementos constructivos pesados

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio para la propuesta de mejora (-39,5 kWh/(m²·año)) supone el 59,6%, mientras que para la situación actual (-40,7 kWh/(m²·año)) equivale a un 54,1% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente.

	Situación actual		Propuesta de mejora	
	ΣQ_{tr} (kWh/año)	ΣQ_{sol} (kWh/año)	ΣQ_{tr} (kWh/año)	ΣQ_{sol} (kWh/año)
Zona no habitable	-22826,1	1195,2	-15038	1046,2
Habitaciones	-82264,4	10216,6	-73930,9	8429,2
Zonas habitables condicionadas	-63602,9	6420,9	-48343,1	5337,1

Tabla 7. Calor intercambiado con el ambiente exterior y ganancia solar acumulada para los elementos constructivos pesados.

Donde:

- Q_{tr} : Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento (kWh/año).
- Q_{sol} : Ganancia solar acumulada a lo largo del año (kWh/año).

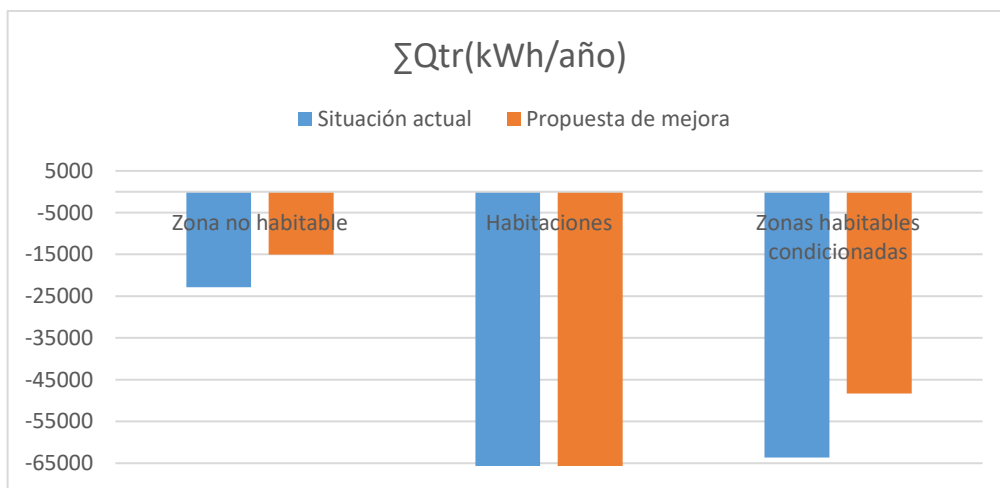


Ilustración 9. Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través de elementos constructivos pesados.

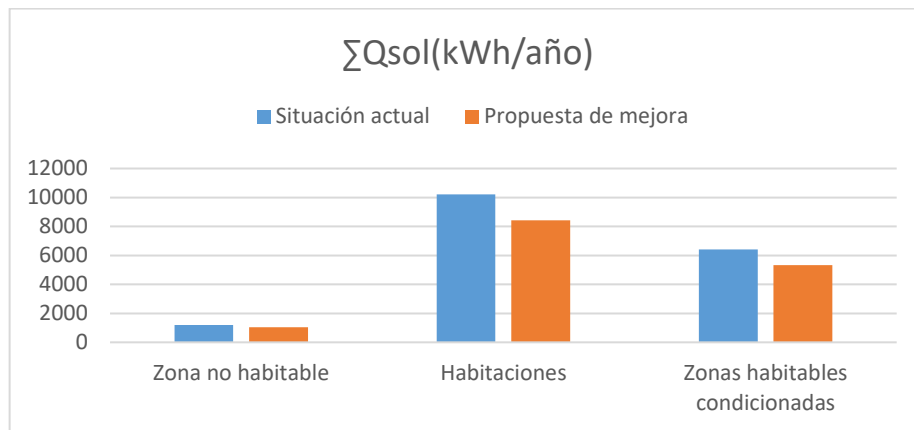


Ilustración 10. Ganancia solar acumulada a través de elementos constructivos pesados.

2.1.2. Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio para la propuesta de mejora (-23,2 kWh/(m²·año)) supone el 35,11% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-66,3 kWh/(m²·año)). Mientras que para la situación actual del edificio (-20,4 kWh/(m²·año)) supone el 27,11%.

	Situación actual		Propuesta de mejora	
	ΣQ _{tr} (kWh/año)	ΣQ _{sol} (kWh/año)	ΣQ _{tr} (kWh/año)	ΣQ _{sol} (kWh/año)
Zona no habitable	-195,1	284,2	-142,4	286,8
Habitaciones	-59610,3	61183,1	-54283,0	49231
Zonas habitables condicionadas	-13456,6	17654,2	-17608,2	17658,6

Tabla 8. Calor intercambiado con el ambiente exterior y ganancia solar acumulada para los elementos constructivos ligeros.

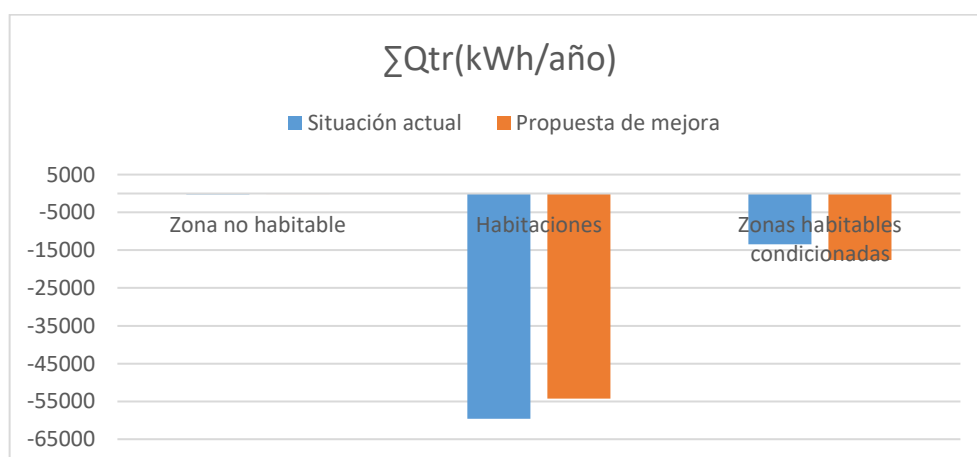


Ilustración 11. Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través de elementos constructivos ligeros.

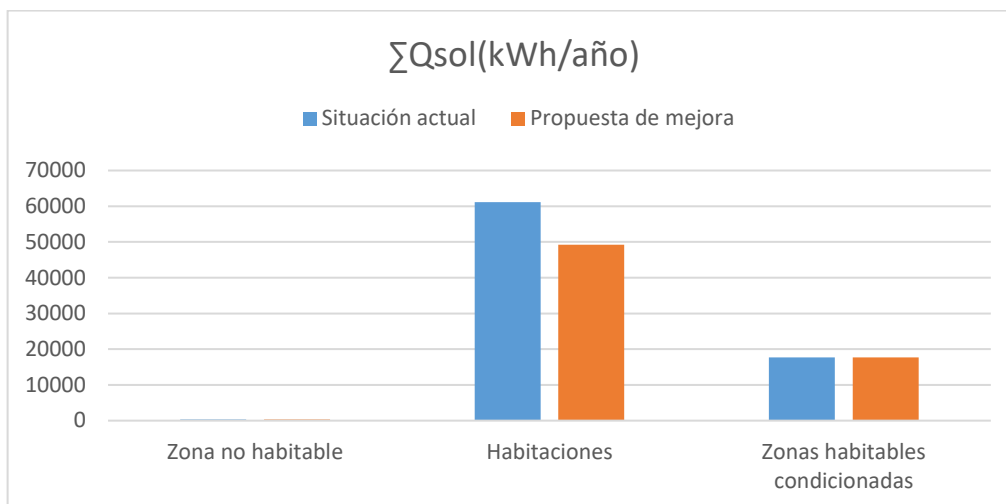


Ilustración 12. Ganancia solar acumulada a través de elementos constructivos pesados.

2.1.3. Composición constructiva. Puentes térmicos

La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio para la propuesta de mejora ($-3,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$) supone el 5,3% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente ($-66,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$), mientras que para la situación actual ($-14,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$) supone el 18,8%.

Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio para la propuesta de mejora ($-43,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el 8,2%, mientras que para la situación actual ($-54,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el 25,7%.

		ΣQ_{tr} (kWh/año)	TOTAL
Situación actual	Habitaciones	-32692	-50262
	Zonas habitables acondicionadas	-17570	
Propuesta de mejora	Habitaciones	-6234,5	-10912,6
	Zonas habitables acondicionadas	-4678,1	

Tabla 9. Calor intercambiado en los puentes térmicos.

Donde:

- ΣQ_{tr} : Sumatorio del calor intercambiado en los puentes térmicos a lo largo del año (kWh/año).

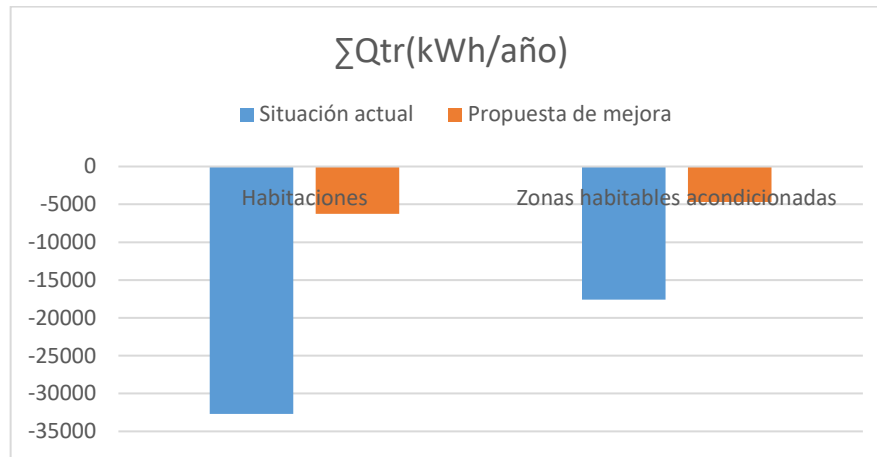


Ilustración 13. Sumatorio del calor intercambiado en los puentes térmicos.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO IV: CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS1
PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD
MEDIANTE CYPECAD MEP**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Muros en contacto con el terreno	144
1.1. Grado de impermeabilidad	144
1.2. Condiciones de las soluciones constructivas	144
1.2.1. Muro de sótano con impermeabilización interior	144
1.3. Puntos singulares de los muros en contacto con el terreno	144
1.3.1. Encuentros del muro con las fachadas	144
1.3.2. Encuentros del muro con las particiones interiores.....	145
1.3.3. Paso de conductos	145
1.3.4. Esquinas y rincones.....	145
1.3.5. Juntas	145
2. Suelos	146
2.1. Grado de impermeabilidad	146
2.2. Condiciones de las soluciones constructivas	146
2.2.1. Losa de cimentación de hormigón armado	146
2.3. Puntos singulares de los suelos.....	146
2.3.1. Encuentros del suelo con los muros	146
2.3.2. Encuentros entre suelos y particiones interiores	147
3. Fachadas y medianeras descubiertas.....	147
3.1. Grado de impermeabilidad	147
3.2. Condiciones de las soluciones constructivas	147
3.2.1. Fachada revestida con mortero monocapa	147
3.3. Puntos singulares de las fachadas.....	148
3.3.1. Juntas de dilatación.....	148
3.3.2. Arranque de la fachada desde la cimentación	149
3.3.3. Encuentros de la fachada con los forjados	150
3.3.4. Encuentros de la fachada con los pilares	150
3.3.5. Encuentro de la fachada con la carpintería	151
4. Cubiertas inclinadas	151
4.1. Condiciones de las soluciones constructivas	151
4.1.1. Tejado forjado unidireccional	151
4.2. Puntos singulares de las cubiertas inclinadas	152
4.2.1. Canales	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Coeficiente de permeabilidad del terreno.....	144
Tabla 2.	Características del muro del sótano con impermeabilización interior.....	144
Tabla 3.	Características de la losa de cimentación de hormigón armado.....	146
Tabla 4.	Grado de impermeabilidad para la fachada.....	147
Tabla 5.	Grado de impermeabilidad de la fachada revestida con mortero mono capa.....	147
Tabla 6.	Distancia entre juntas de dilatación para las fachadas.....	148
Tabla 7.	Distancia entre juntas de dilatación para las fachadas.....	149
Tabla 8.	Tejado forjado unidireccional	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Encuentros del muro con la fachada.....	145
Ilustración 2.	Juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado.....	146
Ilustración 3.	Fachada con zócalo.	149
Ilustración 4.	Encuentros de la fachada con los forjados.	150
Ilustración 5.	Encuentros de la fachada con los pilares.....	150
Ilustración 6.	Encuentro de la fachada con la carpintería.....	151
Ilustración 7.	Canalones.	153

1. Muros en contacto con el terreno

1.1. Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.1 del CTE-DB-HS1, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua depende de la posición relativa del suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático, por lo que se establece para cada muro, en función del tipo de suelo asignado.

Coefficiente de permeabilidad del terreno (K_s)	1×10^{-8} cm/s
---	-------------------------

Tabla 1. Coeficiente de permeabilidad del terreno.

1.2. Condiciones de las soluciones constructivas

1.2.1. Muro de sótano con impermeabilización interior

Presencia de agua	Baja
Grado de impermeabilidad	1 ⁽¹⁾
Tipo de muro	Flexorresistente ⁽²⁾
Situación de la impermeabilización	Interior
<p><i>Notas:</i></p> <p>⁽¹⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.1, apartado 2.1 del CTE-DB-HS 1 Protección frente a la humedad.</p> <p>⁽²⁾ Muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye después de haber realizado el vaciado del terreno del sótano.</p>	

Tabla 2. Características del muro del sótano con impermeabilización interior.

1.3. Puntos singulares de los muros en contacto con el terreno

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

1.3.1. Encuentros del muro con las fachadas

Cuando el muro se impermeabilice por el interior, en los arranques de la fachada sobre el mismo, el impermeabilizante debe prolongarse sobre el muro en todo su espesor a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior sobre una banda de refuerzo del mismo material que la barrera impermeable utilizada que debe prolongarse hacia abajo 20 cm, como mínimo, a lo largo del paramento del muro. Sobre la barrera impermeable debe disponerse una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo.

En el mismo caso cuando el muro se impermeabilice con lámina, entre el impermeabilizante y la capa de mortero, debe disponerse una banda de terminación adherida del mismo material que la banda de refuerzo, y debe prolongarse verticalmente a lo largo del paramento del muro hasta 10 cm, como mínimo, por debajo del borde inferior de la banda de refuerzo (véase la figura siguiente).

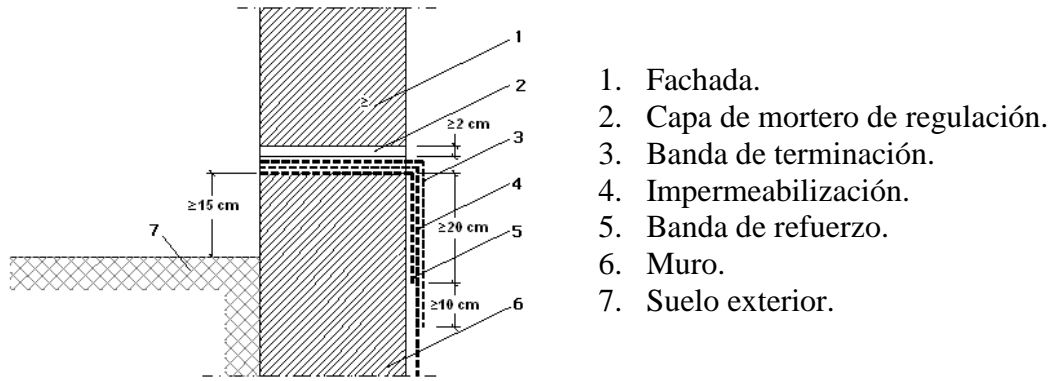


Ilustración 1. Encuentros del muro con la fachada.

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad, correspondientes al sistema de impermeabilización que se emplee.

1.3.2. Encuentros del muro con las particiones interiores

Cuando el muro se impermeabilice por el interior las particiones deben construirse una vez realizada la impermeabilización y entre el muro y cada partición debe disponerse una junta sellada con material elástico que, cuando vaya a estar en contacto con el material impermeabilizante, debe ser compatible con él.

1.3.3. Paso de conductos

Los pasatubos deben disponerse de tal forma que entre ellos y los conductos exista una holgura que permita las tolerancias de ejecución y los posibles movimientos diferenciales entre el muro y el conducto. Debe fijarse el conducto al muro con elementos flexibles.

Debe disponerse un impermeabilizante entre el muro y el pasatubos y debe sellarse la holgura entre el pasatubos y el conducto con un perfil expansivo o un mástico elástico resistente a la compresión.

1.3.4. Esquinas y rincones

Debe colocarse en los encuentros entre dos planos impermeabilizados una banda o capa de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante utilizado de una anchura de 15 cm como mínimo y centrada en la arista.

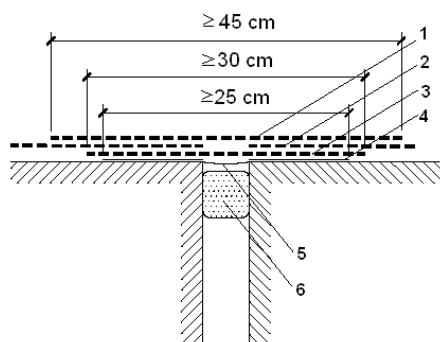
Cuando las bandas de refuerzo se apliquen antes que el impermeabilizante del muro deben ir adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

1.3.5. Juntas

En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con lámina deben disponerse los siguientes elementos (véase la figura siguiente):

- a. Cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización.
- b. Sellado de la junta con una masilla elástica.
- c. Pintura de imprimación en la superficie del muro extendida en una anchura de 25 cm como mínimo centrada en la junta.
- d. Una banda de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster y de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta.

- e. El impermeabilizante del muro hasta el borde de la junta.
- f. Una banda de terminación de 45 cm de anchura como mínimo centrada en la junta, del mismo material que la de refuerzo y adherida a la lámina.



1. Banda de terminación.
2. Impermeabilización.
3. Banda de refuerzo.
4. Pintura de imprimación.
5. Sellado.
6. Relleno.

Ilustración 2. Juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado.

2. Suelos

2.1. Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.3 de CTE DB HS 1, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno. La presencia de agua depende de la posición relativa de cada suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático.

2.2. Condiciones de las soluciones constructivas

2.2.1. Losa de cimentación de hormigón armado

Presencia de agua	Baja
Grado de impermeabilidad	1 ⁽¹⁾
Tipo de suelo	Placa ⁽²⁾
Tipo de intervención en el terreno	Subbase ⁽³⁾
<p><i>Notas:</i></p> <p>⁽¹⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2 del CTE-DB-HS1: Protección frente a la humedad.</p> <p>⁽²⁾ Solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.</p> <p>⁽³⁾ Capa de bentonita de sodio sobre hormigón de limpieza dispuesta debajo del suelo.</p>	

Tabla 3. Características de la losa de cimentación de hormigón armado.

A esta solución no se le exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

2.3. Puntos singulares de los suelos

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

2.3.1. Encuentros del suelo con los muros

En los casos establecidos en la tabla 2.4 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.

Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

2.3.2. Encuentros entre suelos y particiones interiores

Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

3. Fachadas y medianeras descubiertas

3.1. Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas se obtiene de la tabla 2.5 de CTE DB HS 1, en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio, según las tablas 2.6 y 2.7 de CTE DB HS 1.

Clase del entorno en el que está situado el edificio	E1 ⁽¹⁾
Zona pluviométrica de promedios	IV ⁽²⁾
Altura de coronación del edificio sobre el terreno	33.0 m ⁽³⁾
Zona eólica	B ⁽⁴⁾
Grado de exposición al viento	V2 ⁽⁵⁾
Grado de impermeabilidad	3 ⁽⁶⁾

Notas:

⁽¹⁾ Clase de entorno del edificio E1 (Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal).

⁽²⁾ Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3 del CTE-DBHS 1: Protección frente a la humedad.

⁽³⁾ Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en DB SE-AE.

⁽⁴⁾ Este dato se obtiene de la figura 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

⁽⁵⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.6, apartado 2.3 de HS1, CTE.

⁽⁶⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

Tabla 4. Grado de impermeabilidad para la fachada.

3.2. Condiciones de las soluciones constructivas

3.2.1. Fachada revestida con mortero monocapa

Revestimiento exterior	Sí
Grado de impermeabilidad alcanzado	3 (R1+B1+C1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)

Tabla 5. Grado de impermeabilidad de la fachada revestida con mortero monocapa.

3.2.1.1. Resistencia a la filtración del revestimiento exterior

R1: El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:
 - Espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada.
 - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad.
 - Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal.
 - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración.

- Cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.
- Revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características:
 - De piezas menores de 300 mm de lado.
 - Fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad.
 - Disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero.
 - Adaptación a los movimientos del soporte.

3.2.1.2. Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua

B1: Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- Cámara de aire sin ventilar.
- Aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

C1: Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente.
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

3.2.1.3. Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal

J2: Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja.
- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta.
- Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

3.3. Puntos singulares de las fachadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

3.3.1. Juntas de dilatación

Deben disponerse juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas de DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

Distancia entre juntas	
Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)
de piedra natural	30
de piezas de hormigón celular en autoclave	22
de piezas de hormigón ordinario	20
de piedra artificial	20
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20

Tabla 6. Distancia entre juntas de dilatación para las fachadas.

Distancia entre juntas			
Tipo de fábrica			Distancia entre las juntas (m)
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida.			15
de ladrillo cerámico ⁽¹⁾	Retracción final del mortero (mm/m)	Expansión final por humedad de la pieza cerámica (mm/m)	
	$\leq 0,15$	$\leq 0,15$	30
	$\leq 0,20$	$\leq 0,30$	20
	$\leq 0,20$	$\leq 0,50$	15
	$\leq 0,20$	$\leq 0,75$	12
	$\leq 0,20$	$\leq 1,00$	8

Tabla 7. Distancia entre juntas de dilatación para las fachadas.

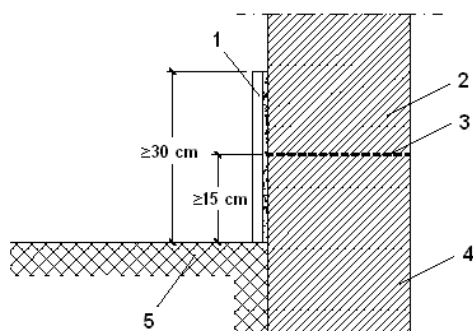
En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos.

El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

3.3.2. Arranque de la fachada desde la cimentación

Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



- 1.Zócalo.
- 2.Fachada.
- 3.Barrera impermeable.
- 4.Cimentación.
- 5.Suelo exterior.

Ilustración 3. Fachada con zócalo.

3.3.3. Encuentros de la fachada con los forjados

Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo, debe adoptarse una de las dos soluciones siguientes:

- Disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón.
- Refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

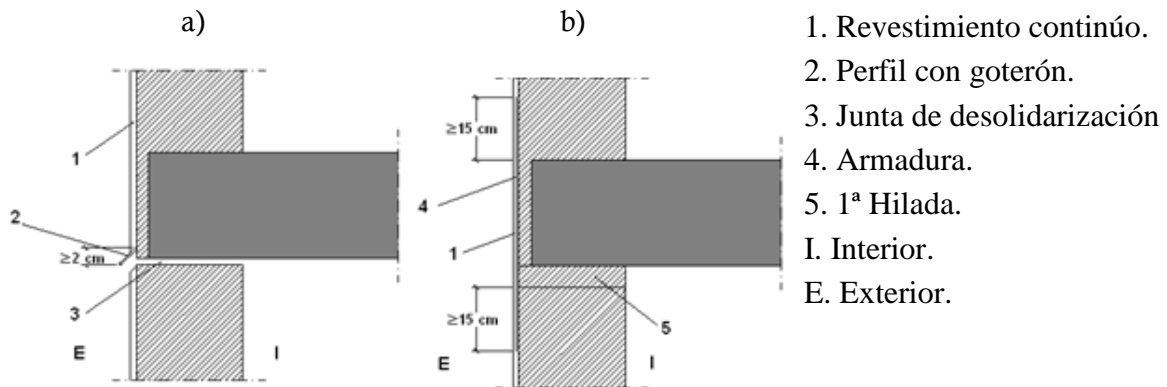


Ilustración 4. Encuentros de la fachada con los forjados.

Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

3.3.4. Encuentros de la fachada con los pilares

Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).

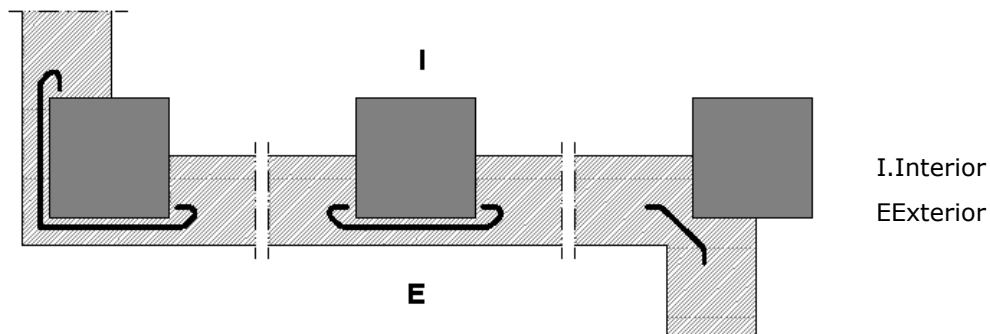


Ilustración 5. Encuentros de la fachada con los pilares.

3.3.5. Encuentro de la fachada con la carpintería

Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.

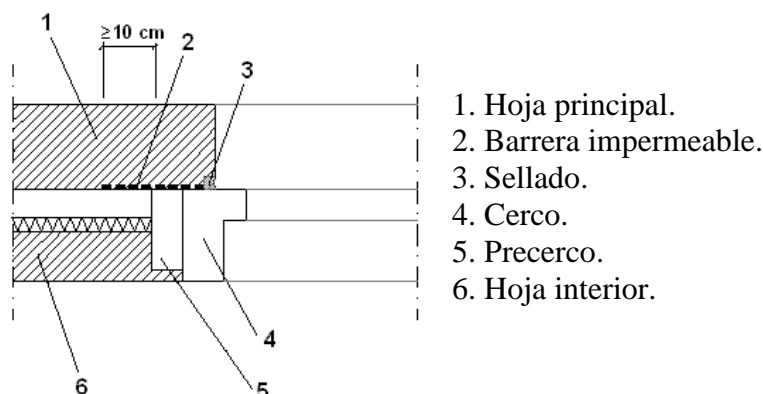


Ilustración 6. Encuentro de la fachada con la carpintería.

Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo.

4. Cubiertas inclinadas

4.1. Condiciones de las soluciones constructivas

4.1.1. Tejado forjado unidireccional

Formación de pendientes	
Descripción	Tablero cerámico y tabicones aligerados sobre forjado de hormigón
Pendientes	57,7 %; 18,2%; 49,3 %; 40,5 %
Aislante térmico ⁽¹⁾	
Material aislante térmico	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]
Espesor	2.0 cm ⁽²⁾
Barrera contra el vapor	Sin barrera contra el vapor
Tipo de impermeabilización	
Descripción	Material bituminoso/bituminoso modificado
Notas:	
⁽¹⁾ Según se determine en el CTE-DB-HE 1 Ahorro de energía.	
⁽²⁾ Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.	

Tabla 8. Tejado forjado unidireccional

4.1.1.1. Sistema de formación de pendientes

El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

4.1.1.2. Aislante térmico

El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las solicitaciones mecánicas.

Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos. Cuando se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

4.1.1.3. Capa de impermeabilización

Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.

Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados:

- Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
- Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
- Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
- Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

4.1.1.4. Tejado

Deben estar constituidos por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

4.2. Puntos singulares de las cubiertas inclinadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

4.2.1. Canalones

Para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.

Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo. Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.

Elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas (véase la siguiente figura).

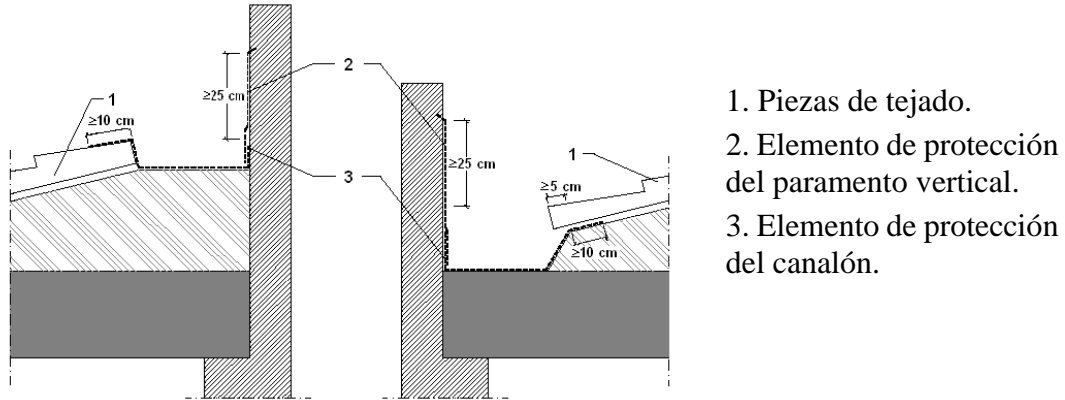


Ilustración 7. Canalones.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO V: CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 4
SUMINISTRO DE AGUA MEDIANTE CYPE CAD MEP**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Acometidas.....	155
2. Tubos de alimentación.....	155
3. Grupos de presión.....	156
4. Instalaciones particulares	156
4.1 Instalaciones particulares	156
4.2 Producción de A.C.S.	157
4.3 Válvulas limitadoras de presión.....	157
4.4 Bombas de circulación	160
5. Aislamiento térmico	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo hidráulico acometidas.	155
Tabla 2. Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación.	155
Tabla 3. Cálculo hidráulico de los grupos de presión.	156
Tabla 4. Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares.	156
Tabla 5. Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.	157
Tabla 6. Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión.....	157
Tabla 7. Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión.....	158
Tabla 8. Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión,.....	159
Tabla 9. Cálculo hidráulico de las bombas de circulación,.....	160

1. Acometidas

Las acometidas son de tubo de polietileno.

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m,c,a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m,c,a.)	P_{ent} (m,c,a.)	P_{sal} (m,c,a.)
1-2	6,76	8,11	40,40	0,12	5,03	0,30	44,00	50,00	3,31	1,98	29,50	27,22
Abreviaturas utilizadas												
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior				
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial				
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida				

Tabla 1. Cálculo hidráulico acometidas.

2. Tubos de alimentación

Los tubos de alimentación son de acero galvanizado.

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m,c,a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m,c,a.)	P_{ent} (m,c,a.)	P_{sal} (m,c,a.)
2-3	5,68	6,82	40,40	0,12	5,03	-0,30	68,90	63,00	1,35	0,19	23,22	23,33
3-4	3,16	3,79	40,40	0,12	5,03	2,70	68,90	63,00	1,35	0,10	62,53	59,23
Abreviaturas utilizadas												
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior				
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial				
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida				

Tabla 2. Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación.

3. Grupos de presión

El grupo de presión está formado por 2 bombas centrífugas electrónicas multietapas verticales con potencia nominal total de 11 kW.

Cálculo hidráulico de los grupos de presión							
Gp	Q _{cal} (l/s)	P _{cal} (m.c.a.)	Q _{dis} (l/s)	P _{dis} (m.c.a.)	V _{dep} (l)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
3	5,03	39,20	5,03	39,20	24,00	23,33	62,53
Abreviaturas utilizadas							
Gp	Grupo de presión			P _{dis}	Presión de diseño		
Q _{cal}	Caudal de cálculo			V _{dep}	Capacidad del depósito de membrana		
P _{cal}	Presión de cálculo			P _{ent}	Presión de entrada		
Q _{dis}	Caudal de diseño			P _{sal}	Presión de salida		

Tabla 3. Cálculo hidráulico de los grupos de presión.

4. Instalaciones particulares

4.1 Instalaciones particulares

Tubos de polietileno reticulado.

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
4-5	Instalación interior (F)	0,20	0,24	40,40	0,12	5,03	0,00	51,40	63,00	2,43	0,03	59,23	58,20
5-6	Instalación interior (F)	0,18	0,21	40,40	0,12	5,03	0,00	51,40	63,00	2,43	0,02	58,20	58,17
6-7	Instalación interior (F)	4,40	5,27	22,43	0,15	3,28	-2,70	51,40	63,00	1,58	0,27	58,17	60,61
7-8	Instalación interior (C)	8,97	10,76	22,43	0,15	3,28	2,70	51,40	63,00	1,58	0,55	59,61	56,36
8-9	Instalación interior (C)	12,17	14,60	2,95	0,37	1,08	9,00	26,20	32,00	2,00	2,64	56,36	44,72
9-10	Instalación interior (C)	3,00	3,60	2,67	0,38	1,02	3,00	26,20	32,00	1,89	0,59	44,72	41,13
10-11	Instalación interior (C)	3,00	3,60	2,39	0,40	0,96	3,00	26,20	32,00	1,78	0,52	41,13	37,60
11-12	Instalación interior (C)	3,00	3,60	2,11	0,42	0,89	3,00	26,20	32,00	1,66	0,46	37,60	34,14
12-13	Instalación interior (C)	3,00	3,60	1,83	0,45	0,82	3,00	26,20	32,00	1,53	0,40	34,14	30,75
13-14	Instalación interior (C)	3,00	3,60	1,55	0,48	0,75	3,00	20,40	25,00	2,29	1,14	30,75	26,60
14-15	Instalación interior (C)	3,00	3,60	1,27	0,52	0,67	3,00	20,40	25,00	2,04	0,92	26,60	22,68
15-16	Instalación interior (C)	3,00	3,60	0,99	0,58	0,57	3,00	20,40	25,00	1,76	0,70	22,68	18,98
16-17	Instalación interior (C)	3,58	4,30	0,71	0,66	0,47	3,00	16,20	20,00	2,27	1,80	18,98	13,68
17-18	Cuarto húmedo (C)	4,33	5,20	0,71	0,66	0,47	0,00	16,20	20,00	2,27	2,17	13,68	11,51
18-19	Cuarto húmedo (C)	1,04	1,24	0,64	0,68	0,44	0,00	16,20	20,00	2,14	0,46	11,51	11,05
19-20	Cuarto húmedo (C)	1,76	2,12	0,50	0,75	0,37	0,00	16,20	20,00	1,80	0,58	11,05	10,47
20-21	Cuarto húmedo (C)	0,58	0,70	0,34	0,84	0,29	0,00	16,20	20,00	1,41	0,12	10,47	10,35
21-22	Cuarto húmedo (C)	0,57	0,69	0,28	0,89	0,25	0,00	16,20	20,00	1,21	0,09	10,35	10,26
22-23	Cuarto húmedo (C)	0,31	0,37	0,22	0,95	0,20	0,00	16,20	20,00	0,99	0,03	10,26	10,23
23-24	Puntal (C)	3,63	4,35	0,15	1,00	0,15	-2,00	16,20	20,00	0,73	0,23	10,23	12,00
Abreviaturas utilizadas													
T _{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)					D _{int}	Diámetro interior						
L _r	Longitud medida sobre planos					D _{com}	Diámetro comercial						
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})					v	Velocidad						
Q _b	Caudal bruto					J	Pérdida de carga del tramo						
K	Coeficiente de simultaneidad					P _{ent}	Presión de entrada						
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)					P _{sal}	Presión de salida						
h	Desnivel												
Instalación interior: Llave de abonado (Llave de abonado)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Bap): Bañera de menos de 1.40 m													

Tabla 4. Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares.

4.2 Producción de A.C.S.

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q _{cal} (l/s)
Llave de abonado	Caldera a gasóleo para calefacción y ACS	3,28
Abreviaturas utilizadas		
Q _{cal}	Caudal de cálculo	

Tabla 5. Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.

4.3 Válvulas limitadoras de presión

Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión				
Tramo	Descripción	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)	J _r (m.c.a.)
25	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	52,89	40,46	12,43
26	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	52,77	40,41	12,37
27	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	52,74	40,69	12,05
28	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	52,97	41,03	11,93
29	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	39,81	38,27	1,53
30	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	39,98	38,18	1,80
31	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,15	38,27	4,87
32	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,32	38,18	5,14
33	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,67	37,92	2,75
34	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,50	38,34	2,16
35	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	53,81	41,48	12,33
36	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	38,76	37,98	0,78
37	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	38,48	38,32	0,16
38	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,54	37,98	4,56
39	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,26	38,32	3,94
40	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,19	38,27	1,92
41	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,30	37,94	2,36
42	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,53	38,27	5,26
43	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,64	37,94	5,70
44	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,73	38,39	2,35
45	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,74	37,99	2,75

Tabla 6. Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión.

Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión				
Tramo	Descripción	P _{ent} (m,c,a.)	P _{sal} (m,c,a.)	J _r (m,c,a.)
46	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	44,25	38,39	5,86
47	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	44,25	37,99	6,27
48	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,18	38,20	1,97
49	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,14	38,47	1,67
50	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,95	38,20	5,75
51	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,92	38,47	5,44
52	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	38,71	38,39	0,32
53	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	38,74	38,51	0,24
54	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,49	38,39	4,10
55	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,52	38,51	4,01
56	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	46,38	38,39	7,99
57	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	46,41	38,51	7,90
58	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	38,80	38,09	0,71
59	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	38,72	38,29	0,43
60	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,73	38,09	4,65
61	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,65	38,29	4,36
62	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	46,09	38,09	8,00
63	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	46,01	38,29	7,72
64	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	53,43	40,64	12,78
65	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	53,55	40,97	12,58
66	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	53,56	40,71	12,85
67	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	39,42	38,16	1,25
68	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	39,56	37,79	1,77
69	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,97	38,16	4,81
70	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,11	37,79	5,33
71	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	39,32	38,15	1,17
72	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	39,46	37,80	1,66
73	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,75	38,15	4,60

Tabla 7. Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión.

Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión				
Tramo	Descripción	P _{ent} (m,c,a.)	P _{sal} (m,c,a.)	J _r (m,c,a.)
74	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,88	37,80	5,08
75	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	54,04	40,84	13,19
76	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,27	38,12	2,15
77	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,48	37,81	2,68
78	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,70	38,12	5,58
79	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	43,91	37,81	6,10
80	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	39,06	38,16	0,90
81	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	39,18	37,75	1,43
82	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,62	38,16	4,45
83	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	42,73	37,75	4,98
84	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	41,63	37,93	3,70
85	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	41,61	38,26	3,36
86	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	41,35	38,21	3,13
87	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	41,38	37,82	3,56
88	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	44,77	38,21	6,56
89	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	44,81	37,82	6,98
90	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	38,05	37,83	0,22
91	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	41,47	38,27	3,20
92	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	41,48	37,83	3,65
93	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	44,96	38,27	6,69
94	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	44,97	37,83	7,14
95	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	40,59	38,17	2,42
96	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar	44,18	38,17	6,01
Abreviaturas utilizadas				
P _{ent}	Presión de entrada	J _r	Reducción de la presión ejercida por la válvula limitadora de presión	
P _{sal}	Presión de salida			

Tabla 8. Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión,

4.4 Bombas de circulación

Cálculo hidráulico de las bombas de circulación			
Ref	Descripción	Q _{cal} (l/s)	P _{cal} (m,c,a,)
	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW	3,02	1,44
Abreviaturas utilizadas			
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P _{cal}	Presión de cálculo
Q _{cal}	Caudal de cálculo		

Tabla 9. Cálculo hidráulico de las bombas de circulación,

5. Aislamiento térmico

Las tuberías de la instalación interior de A.C.S tienen aislamiento térmico colocado superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO VI: CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 5
EVACUACIÓN DE AGUAS MEDIANTE CYPE CAD
MEP**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Red de aguas residuales.....	163
1.2 Red de pequeña evacuación.....	163
1.3 Bajantes	171
1.4 Colectores	173
1.5 Arquetas.....	173
2. Red de aguas pluviales	174
2.1 Canales.....	174
2.2 Bajantes	174
2.3 Bajantes canales.....	175
2.4 Colectores	176
3. Colectores mixtos	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.....	163
Tabla 10. Cálculo bajantes red de aguas residuales.....	171
Tabla 13. Cálculo colectores red de aguas residuales.....	173
Tabla 14. Cálculo arquetas red de aguas residuales.....	173
Tabla 15. Cálculo canales red de aguas pluviales.....	174
Tabla 16. Cálculo bajantes red de aguas pluviales.	174
Tabla 18. Cálculo bajantes canales red de aguas pluviales.....	175
Tabla 20. Cálculo colectores red de aguas pluviales.	176
Tabla 21. Cálculo colectores red de aguas pluviales.	177
Tabla 22. Cálculo colectores mixtos.....	177

1. Red de aguas residuales

1.2 Red de pequeña evacuación

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
16-17	0,13	1,98	27,00	110	12,69	0,41	5,18	49,94	1,23	104	110
17-18	0,30	1,44	21,00	110	9,87	0,45	4,41	49,91	1,05	104	110
18-19	2,07	3,66	4,00	75	1,88	1,00	1,88	43,58	1,20	69	75
19-20	0,20	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
19-21	0,20	2,09	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
18-22	4,00	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
18-23	0,90	8,90	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
18-24	0,52	15,53	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
18-25	2,25	3,55	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
17-26	0,61	5,00	6,00	50	2,82	1,00	2,82	-	-	44	50
16-27	3,60	2,00	6,00	50	2,82	1,00	2,82	-	-	44	50
36-37	2,33	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
37-38	1,52	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
38-39	0,17	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
37-40	0,39	8,54	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
36-41	1,97	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
36-42	0,75	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
43-44	2,33	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
44-45	1,52	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
45-46	0,17	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
44-47	0,39	8,54	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
43-48	1,97	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
43-49	0,75	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
50-51	1,94	1,00	28,00	125	13,16	0,38	4,97	48,22	0,94	119	125
51-52	0,87	1,57	24,00	110	11,28	0,41	4,61	49,89	1,10	104	110
52-53	0,43	1,57	24,00	110	11,28	0,41	4,61	49,89	1,10	104	110
53-54	0,17	5,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
53-55	0,61	1,58	22,00	110	10,34	0,45	4,62	49,91	1,10	104	110
55-56	0,16	1,48	19,00	110	8,93	0,50	4,46	49,85	1,06	104	110
56-57	0,43	1,07	14,00	110	6,58	0,58	3,80	49,86	0,90	104	110
57-58	0,15	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
58-59	0,60	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
59-60	0,26	6,81	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
60-61	0,08	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
59-62	0,89	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
62-63	0,08	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
58-64	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
57-65	0,39	8,74	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
56-66	0,34	11,24	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
55-67	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
51-68	0,44	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
35-70	2,33	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
70-71	1,52	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
71-72	0,17	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
70-73	0,39	8,54	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
35-74	1,97	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
35-75	0,75	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110

Tabla 1. Cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
34-76	2,33	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
76-77	1,52	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
77-78	0,17	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
76-79	0,39	8,54	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
34-81	0,75	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
33-82	2,33	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
82-83	1,52	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
83-84	0,17	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
82-85	0,39	8,54	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
33-86	1,97	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
33-87	0,75	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
32-88	2,33	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
88-89	1,52	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
89-90	0,17	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
88-91	0,39	8,54	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
32-92	1,97	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
32-93	0,75	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
31-94	2,33	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
94-95	1,52	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
95-96	0,17	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
94-97	0,39	8,54	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
31-98	1,97	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
31-99	0,75	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
30-100	2,33	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
100-101	1,52	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
101-102	0,17	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
100-103	0,39	8,54	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
30-104	1,97	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
30-105	0,75	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
116-117	3,61	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
116-118	1,73	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
116-119	2,39	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
116-120	0,87	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
121-122	3,61	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
121-123	1,73	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
121-124	2,39	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
121-125	0,87	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
115-128	3,61	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
115-129	1,73	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
115-130	2,39	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
115-131	0,87	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
114-132	3,61	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
114-133	1,73	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
114-134	2,39	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
114-135	0,87	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
113-136	3,61	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
113-137	1,73	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
113-138	2,39	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
113-139	0,87	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110

Tabla 2. Continuación cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
112-140	3,61	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
112-141	1,73	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
112-142	2,39	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
112-143	0,87	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
111-144	3,61	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
111-145	1,73	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
111-146	2,39	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
111-147	0,87	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
110-148	3,61	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
110-149	1,73	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
110-150	2,39	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
110-151	0,87	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
203-204	2,07	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
204-205	1,59	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
204-206	0,20	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
203-207	0,42	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
207-208	1,59	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
207-209	0,72	4,43	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
210-211	2,07	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
211-212	1,59	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
211-213	0,20	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
210-214	0,42	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
214-215	1,59	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
214-216	0,72	4,43	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
202-219	2,07	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
219-220	1,59	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
219-221	0,20	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
202-222	0,42	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
222-223	1,59	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
222-224	0,72	4,43	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
201-225	2,07	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
225-226	1,59	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
225-227	0,20	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
201-228	0,42	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
228-229	1,59	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
228-230	0,72	4,43	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
200-231	2,07	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
231-232	1,59	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
231-233	0,20	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
200-234	0,42	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
234-235	1,59	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
234-236	0,72	4,43	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
199-237	2,07	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
237-238	1,59	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
237-239	0,20	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
199-240	0,42	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
240-241	1,59	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
240-242	0,72	4,43	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
198-243	2,07	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90

Tabla 3. Continuación cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
243-244	1,59	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
243-245	0,20	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
198-246	0,42	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
246-247	1,59	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
246-248	0,72	4,43	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
197-249	2,07	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
249-250	1,59	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
249-251	0,20	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
197-252	0,42	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
252-253	1,59	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
252-254	0,72	4,43	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
265-266	2,56	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
265-267	1,11	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
265-268	1,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
265-269	0,98	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
270-271	2,56	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
270-272	1,11	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
270-273	1,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
270-274	0,98	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
275-276	2,71	1,44	23,00	110	10,81	0,41	4,41	49,90	1,05	104	110
276-277	1,51	1,18	19,00	110	8,93	0,45	3,99	49,89	0,95	104	110
277-278	0,96	1,00	15,00	110	7,05	0,50	3,52	48,68	0,87	104	110
278-279	0,28	5,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
278-280	0,06	1,00	13,00	110	6,11	0,58	3,53	48,70	0,87	104	110
280-281	0,23	5,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
280-282	0,57	1,00	11,00	110	5,17	0,71	3,66	49,73	0,87	104	110
282-283	0,12	1,05	8,00	110	3,76	1,00	3,76	49,84	0,90	104	110
283-284	1,84	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
283-285	0,22	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
282-286	0,25	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
277-287	0,77	7,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
276-288	0,42	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
275-289	1,19	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
264-291	2,56	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
264-292	1,11	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
264-293	1,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
264-294	0,98	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
263-295	2,56	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
263-296	1,11	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
263-297	1,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
263-298	0,98	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
262-299	2,56	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
262-300	1,11	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
262-301	1,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
262-302	0,98	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
261-303	2,56	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
261-304	1,11	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
261-305	1,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
261-306	0,98	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
260-307	2,56	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
260-308	1,11	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50

Tabla 4. Continuación cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
260-309	1,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
260-310	0,98	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
259-311	2,56	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
259-312	1,11	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
259-313	1,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
259-314	0,98	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
361-362	0,34	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
362-363	1,97	1,29	5,00	90	2,35	1,00	2,35	49,81	0,86	84	90
363-364	1,26	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
364-365	0,21	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
363-366	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
362-367	0,49	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
361-368	1,33	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
369-370	0,34	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
370-371	1,97	1,29	5,00	90	2,35	1,00	2,35	49,81	0,86	84	90
371-372	1,26	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
372-373	0,21	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
371-374	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
370-375	0,49	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
369-376	1,33	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
377-378	4,90	1,00	29,00	125	13,63	0,38	5,15	49,22	0,95	119	125
379-380	1,36	1,58	22,00	110	10,34	0,45	4,62	49,91	1,10	104	110
380-381	0,62	3,70	17,00	90	7,99	0,50	4,00	49,92	1,46	84	90
381-382	0,59	2,07	11,00	90	5,17	0,58	2,98	49,89	1,09	84	90
382-383	0,59	1,65	8,00	90	3,76	0,71	2,66	49,82	0,97	84	90
383-384	0,11	5,15	6,00	75	2,82	1,00	2,82	49,87	1,51	69	75
384-385	0,24	5,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
384-386	0,86	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
386-387	0,93	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
383-388	0,28	5,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
382-389	0,27	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
381-390	0,43	14,86	6,00	50	2,82	1,00	2,82	-	-	44	50
380-391	0,48	17,95	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
379-392	0,43	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
378-393	1,89	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
377-394	4,85	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
360-396	0,34	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
396-397	1,97	1,29	5,00	90	2,35	1,00	2,35	49,81	0,86	84	90
397-398	1,26	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
398-399	0,21	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
397-400	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
396-401	0,49	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
360-402	1,33	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
359-403	0,34	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
403-404	1,97	1,29	5,00	90	2,35	1,00	2,35	49,81	0,86	84	90
404-405	1,26	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
405-406	0,21	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
404-407	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
403-408	0,49	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
359-409	1,33	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
358-410	0,34	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90

Tabla 5. Continuación cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
410-411	1,97	1,29	5,00	90	2,35	1,00	2,35	49,81	0,86	84	90
411-412	1,26	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
412-413	0,21	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
411-414	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
410-415	0,49	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
358-416	1,33	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
357-417	0,34	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
417-418	1,97	1,29	5,00	90	2,35	1,00	2,35	49,81	0,86	84	90
418-419	1,26	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
419-420	0,21	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
418-421	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
417-422	0,49	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
357-423	1,33	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
356-424	0,34	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
424-425	1,97	1,29	5,00	90	2,35	1,00	2,35	49,81	0,86	84	90
425-426	1,26	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
426-427	0,21	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
425-428	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
424-429	0,49	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
356-430	1,33	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
355-431	0,34	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
431-432	1,97	1,29	5,00	90	2,35	1,00	2,35	49,81	0,86	84	90
432-433	1,26	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
433-434	0,21	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
432-435	0,17	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
431-436	0,49	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
355-437	1,33	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
448-449	1,76	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
449-450	1,42	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
449-451	0,25	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
448-452	2,07	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
448-453	1,01	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
454-455	1,76	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
455-456	1,42	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
455-457	0,25	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
454-458	2,07	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
454-459	1,01	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
447-462	1,76	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
462-463	1,42	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
462-464	0,25	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
447-465	2,07	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
447-466	1,01	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
446-467	1,76	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
467-468	1,42	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
467-469	0,25	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
446-470	2,07	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
446-471	1,01	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
445-472	1,76	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
472-473	1,42	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
472-474	0,25	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
445-475	2,07	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40

Tabla 6. Continuación cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
445-476	1,01	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
444-477	1,76	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
477-478	1,42	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
477-479	0,25	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
444-480	2,07	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
444-481	1,01	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
443-482	1,76	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
482-483	1,42	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
482-484	0,25	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
443-485	2,07	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
443-486	1,01	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
442-487	1,76	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
487-488	1,42	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
487-489	0,25	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
442-490	2,07	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
442-491	1,01	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
502-503	0,83	1,65	8,00	90	3,76	0,71	2,66	49,82	0,97	84	90
504-506	0,17	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
503-507	3,18	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
502-508	0,62	2,52	7,00	90	3,29	1,00	3,29	49,86	1,20	84	90
508-509	0,71	5,91	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
508-510	2,10	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
502-511	0,90	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
502-512	1,17	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
503-504	1,12	3,10	6,00	90	2,82	1,00	2,82	43,03	1,25	84	90
504-505	1,44	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
513-514	0,83	1,65	8,00	90	3,76	0,71	2,66	49,82	0,97	84	90
514-515	1,12	3,10	6,00	90	2,82	1,00	2,82	43,03	1,25	84	90
515-516	1,44	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
571-572	1,12	3,10	6,00	90	2,82	1,00	2,82	43,03	1,25	84	90
572-573	1,44	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
572-574	0,17	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
571-575	3,18	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
497-576	0,62	2,52	7,00	90	3,29	1,00	3,29	49,86	1,20	84	90
576-577	0,71	5,91	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
576-578	2,10	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
497-579	0,90	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
497-580	1,17	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
496-581	0,83	1,65	8,00	90	3,76	0,71	2,66	49,82	0,97	84	90
581-582	1,12	3,10	6,00	90	2,82	1,00	2,82	43,03	1,25	84	90
582-583	1,44	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
582-584	0,17	10,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
581-585	3,18	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
496-586	0,62	2,52	7,00	90	3,29	1,00	3,29	49,86	1,20	84	90
586-587	0,71	5,91	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
586-588	2,10	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
496-589	0,90	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
496-590	1,17	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
600-601	1,70	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
601-602	1,30	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
601-603	0,28	9,21	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50

Tabla 7. Continuación cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
600-604	2,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
600-605	0,92	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
606-607	1,70	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
607-608	1,30	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
607-609	0,28	9,21	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
606-610	2,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
606-611	0,92	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
612-613	0,39	2,08	9,00	90	4,23	0,71	2,99	49,88	1,09	84	90
613-614	0,75	5,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
613-615	0,34	2,52	7,00	90	3,29	1,00	3,29	49,86	1,20	84	90
615-616	3,16	2,00	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
615-617	0,36	5,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
612-618	0,90	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
599-620	1,70	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
620-621	1,30	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
620-622	0,28	9,21	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
599-623	2,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
599-624	0,92	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
598-625	1,70	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
625-626	1,30	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
625-627	0,28	9,21	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
598-628	2,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
598-629	0,92	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
597-630	1,70	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
630-631	1,30	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
630-632	0,28	9,21	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
597-633	2,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
597-634	0,92	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
596-635	1,70	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
635-636	1,30	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
635-637	0,28	9,21	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
596-638	2,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
596-639	0,92	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
595-640	1,70	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
640-641	1,30	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
640-642	0,28	9,21	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
595-643	2,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
595-644	0,92	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110
594-645	1,70	1,85	6,00	90	2,82	1,00	2,82	49,87	1,03	84	90
645-646	1,30	2,00	2,00	40	0,94	1,00	0,94	-	-	34	40
645-647	0,28	9,21	4,00	50	1,88	1,00	1,88	-	-	44	50
594-648	2,60	2,00	3,00	40	1,41	1,00	1,41	-	-	34	40
594-649	0,92	2,00	5,00	110	2,35	1,00	2,35	-	-	104	110

Tabla 8. Continuación cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Abreviaturas utilizadas			
L	Longitud medida sobre planos	Qs	Caudal con simultaneidad ($Q_b \times k$)
i	Pendiente	Y/D	Nivel de llenado
UDs	Unidades de desagüe	v	Velocidad
D _{min}	Diámetro nominal mínimo	D _{int}	Diámetro interior comercial
Q _b	Caudal bruto	D _{com}	Diámetro comercial
K	Coefficiente de simultaneidad		

Tabla 9. Continuación cálculo red de pequeña evacuación de aguas residuales.

1.3 Bajantes

Bajantes									
Ref,	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico					
				Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	r	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
15-16	3,20	173,00	125	81,31	0,15	11,86	0,267	119	125
16-28	3,00	140,00	125	65,80	0,16	10,54	0,249	119	125
28-29	3,20	140,00	125	65,80	0,16	10,54	0,249	119	125
29-30	3,20	140,00	125	65,80	0,16	10,54	0,249	119	125
30-31	3,00	126,00	125	59,22	0,17	10,01	0,241	119	125
31-32	3,00	112,00	125	52,64	0,18	9,45	0,233	119	125
32-33	3,00	98,00	125	46,06	0,19	8,86	0,224	119	125
33-34	3,00	84,00	125	39,48	0,21	8,23	0,215	119	125
34-35	3,00	70,00	125	32,90	0,23	7,55	0,204	119	125
35-36	3,00	56,00	125	26,32	0,26	6,80	0,191	119	125
36-43	3,00	42,00	125	19,74	0,30	5,95	0,177	119	125
43-50	3,00	28,00	125	13,16	0,38	4,97	0,159	119	125
106-107	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
107-108	3,00	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
108-109	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
109-110	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
110-111	3,00	98,00	110	46,06	0,19	8,86	0,279	104	110
111-112	3,00	84,00	110	39,48	0,21	8,23	0,267	104	110
112-113	3,00	70,00	110	32,90	0,23	7,55	0,253	104	110
113-114	3,00	56,00	110	26,32	0,26	6,80	0,238	104	110
114-115	3,00	42,00	110	19,74	0,30	5,95	0,219	104	110
115-116	3,00	28,00	110	13,16	0,38	4,97	0,197	104	110
116-121	3,00	14,00	110	6,58	0,58	3,80	0,168	104	110
13-194	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
194-195	3,00	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
195-196	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
196-197	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
197-198	3,00	98,00	110	46,06	0,19	8,86	0,279	104	110
198-199	3,00	84,00	110	39,48	0,21	8,23	0,267	104	110
199-200	3,00	70,00	110	32,90	0,23	7,55	0,253	104	110
200-201	3,00	56,00	110	26,32	0,26	6,80	0,238	104	110
201-202	3,00	42,00	110	19,74	0,30	5,95	0,219	104	110
202-203	3,00	28,00	110	13,16	0,38	4,97	0,197	104	110
203-210	3,00	14,00	110	6,58	0,58	3,80	0,168	104	110
255-256	3,00	140,00	110	65,80	0,16	10,54	0,309	104	110
256-257	3,00	140,00	110	65,80	0,16	10,54	0,309	104	110
257-258	3,00	140,00	110	65,80	0,16	10,54	0,309	104	110

Tabla 10. Cálculo bajantes red de aguas residuales.

Bajantes									
Ref,	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico					
				Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	r	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
258-259	3,00	140,00	110	65,80	0,16	10,54	0,309	104	110
259-260	3,00	126,00	110	59,22	0,17	10,01	0,300	104	110
260-261	3,00	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
261-262	3,00	98,00	110	46,06	0,19	8,86	0,279	104	110
262-263	3,00	84,00	110	39,48	0,21	8,23	0,267	104	110
263-264	3,00	70,00	110	32,90	0,23	7,55	0,253	104	110
264-265	3,00	56,00	110	26,32	0,26	6,80	0,238	104	110
265-270	3,00	42,00	110	19,74	0,30	5,95	0,219	104	110
270-275	3,00	28,00	110	13,16	0,38	4,97	0,197	104	110
351-352	3,20	146,00	125	68,62	0,16	10,85	0,253	119	125
352-353	3,00	146,00	125	68,62	0,16	10,85	0,253	119	125
353-354	3,20	146,00	125	68,62	0,16	10,85	0,253	119	125
354-355	3,20	146,00	125	68,62	0,16	10,85	0,253	119	125
355-356	3,00	132,00	125	62,04	0,17	10,34	0,246	119	125
356-357	3,00	118,00	125	55,46	0,18	9,80	0,238	119	125
357-358	3,00	104,00	125	48,88	0,19	9,24	0,230	119	125
358-359	3,00	90,00	125	42,30	0,20	8,63	0,221	119	125
359-360	3,00	76,00	125	35,72	0,22	7,99	0,211	119	125
360-361	3,00	62,00	125	29,14	0,25	7,29	0,199	119	125
361-369	3,00	48,00	125	22,56	0,29	6,51	0,187	119	125
369-377	3,00	34,00	125	15,98	0,35	5,65	0,171	119	125
438-439	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
439-440	3,00	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
440-441	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
441-442	3,20	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
442-443	3,00	98,00	110	46,06	0,19	8,86	0,279	104	110
443-444	3,00	84,00	110	39,48	0,21	8,23	0,267	104	110
444-445	3,00	70,00	110	32,90	0,23	7,55	0,253	104	110
445-446	3,00	56,00	110	26,32	0,26	6,80	0,238	104	110
446-447	3,00	42,00	110	19,74	0,30	5,95	0,219	104	110
447-448	3,00	28,00	110	13,16	0,38	4,97	0,197	104	110
448-454	3,00	14,00	110	6,58	0,58	3,80	0,168	104	110
492-493	3,20	214,00	125	100,58	0,13	13,09	0,284	119	125
493-494	3,00	214,00	125	100,58	0,13	13,09	0,284	119	125
494-495	3,20	214,00	125	100,58	0,13	13,09	0,284	119	125
495-496	3,20	214,00	125	100,58	0,13	13,09	0,284	119	125
496-497	3,00	189,00	125	88,83	0,14	12,32	0,273	119	125
497-498	3,00	164,00	125	77,08	0,15	11,49	0,262	119	125
498-499	3,00	139,00	125	65,33	0,16	10,60	0,250	119	125
499-500	3,00	114,00	125	53,58	0,18	9,62	0,236	119	125
500-501	3,00	89,00	125	41,83	0,20	8,54	0,219	119	125
501-502	3,00	64,00	125	30,08	0,24	7,30	0,200	119	125
502-513	3,00	39,00	125	18,33	0,32	5,80	0,174	119	125
513-524	3,00	14,00	125	6,58	0,58	3,80	0,135	119	125
9-591	3,20	126,00	110	59,22	0,17	10,01	0,300	104	110
591-592	3,00	126,00	110	59,22	0,17	10,01	0,300	104	110
592-593	3,20	126,00	110	59,22	0,17	10,01	0,300	104	110
593-594	3,20	126,00	110	59,22	0,17	10,01	0,300	104	110
594-595	3,00	112,00	110	52,64	0,18	9,45	0,290	104	110
595-596	3,00	98,00	110	46,06	0,19	8,86	0,279	104	110
596-597	3,00	84,00	110	39,48	0,21	8,23	0,267	104	110

Tabla 11. Continuación cálculo bajantes red de aguas residuales.

Bajantes									
Ref,	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico					
				Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	r	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
597-598	3,00	70,00	110	32,90	0,23	7,55	0,253	104	110
598-599	3,00	56,00	110	26,32	0,26	6,80	0,238	104	110
599-600	3,00	42,00	110	19,74	0,30	5,95	0,219	104	110
600-606	3,00	28,00	110	13,16	0,38	4,97	0,197	104	110
606-612	3,00	14,00	110	6,58	0,58	3,80	0,168	104	110
Abreviaturas utilizadas									
Ref,	Referencia en planos				K	Coeficiente de simultaneidad			
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)			
UDs	Unidades de desagüe				r	Nivel de llenado			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial			

Tabla 12. Continuación cálculo bajantes red de aguas residuales.

1.4 Colectores

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
14-15	1,16	13,64	285,00	160	133,95	0,11	15,07	29,81	3,25	154	160
15-106	3,91	2,00	112,00	160	52,64	0,18	9,45	38,69	1,43	154	160
13-255	4,24	2,00	140,00	160	65,80	0,16	10,54	41,05	1,47	154	160
9-351	4,01	2,00	146,00	160	68,62	0,16	10,85	41,72	1,48	154	160
9-438	1,78	2,33	326,00	160	153,22	0,10	16,06	49,94	1,74	154	160
438-492	4,45	2,00	214,00	160	100,58	0,13	13,09	46,37	1,56	154	160
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)					
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado					
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad					
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial					
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial					
K	Coeficiente de simultaneidad										

Tabla 13. Cálculo colectores red de aguas residuales.

1.5 Arquetas

Arquetas					
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)	
3	1.38	2.00	200	100x100x105 cm	
Abreviaturas utilizadas					
Ref.	Referencia en planos			ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas			D _{sal}	Diámetro del colector de salida

Tabla 14. Cálculo arquetas red de aguas residuales.

2. Red de aguas pluviales

2.1 Canales

Canalones								
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
191-192	37,65	12,48	0,50	125	90,00	1,00	-	-
191-193	20,32	6,73	0,93	125	90,00	1,00	-	-
328-329	24,67	6,70	0,59	125	90,00	1,00	-	-
328-330	28,27	9,37	0,50	125	90,00	1,00	-	-
349-350	33,69	11,17	0,50	125	90,00	1,00	-	-
663-664	25,06	6,30	1,00	125	90,00	1,00	-	-
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga al canalón				I	Intensidad pluviométrica		
L	Longitud medida sobre planos				C	Coeficiente de escorrentía		
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado		
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				v	Velocidad		

Tabla 15. Cálculo canalones red de aguas pluviales.

2.2 Bajantes

Bajantes								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
158-159	44,51	50	90,00	1,00	1,11	0,316	44	50
160-161	23,32	50	90,00	1,00	0,58	0,214	44	50
161-162	23,32	50	90,00	1,00	0,58	0,214	44	50
162-163	23,32	50	90,00	1,00	0,58	0,214	44	50
164-165	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
165-166	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
166-167	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
167-168	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
168-169	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
169-170	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
170-171	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
171-172	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
172-173	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
173-174	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
174-175	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
175-176	69,21	75	90,00	1,00	1,73	0,200	69	75
331-332	32,53	50	90,00	1,00	0,81	0,262	44	50
332-333	32,53	50	90,00	1,00	0,81	0,262	44	50
333-334	32,53	50	90,00	1,00	0,81	0,262	44	50
665-666	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
666-667	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
667-668	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
668-669	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
669-670	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
670-671	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75

Tabla 16. Cálculo bajantes red de aguas pluviales.

Bajantes								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
671-672	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
672-673	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
673-674	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
674-675	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
675-676	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
676-677	74,01	75	90,00	1,00	1,85	0,209	69	75
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			D _{int}	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			D _{com}	Diámetro comercial			

Tabla 17. Continuación cálculo bajantes red de aguas pluviales.

2.3 Bajantes canalones

Bajantes (canalones)								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
178-179	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
179-180	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
180-181	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
181-182	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
182-183	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
183-184	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
184-185	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
185-186	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
186-187	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
187-188	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
188-189	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
189-190	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
190-191	57,97	80	90,00	1,00	1,45	0,152	77	80
315-316	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
316-317	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
317-318	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
318-319	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
319-320	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
320-321	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
321-322	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
322-323	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
323-324	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
324-325	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
325-326	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
326-327	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
327-328	52,94	80	90,00	1,00	1,32	0,144	77	80
336-337	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
337-338	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
338-339	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80

Tabla 18. Cálculo bajantes canalones red de aguas pluviales.

Bajantes (canalones)								
Ref,	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
339-340	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
340-341	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
341-342	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
342-343	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
343-344	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
344-345	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
345-346	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
346-347	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
347-348	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
348-349	62,05	80	90,00	1,00	1,55	0,159	77	80
650-651	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
651-652	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
652-653	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
653-654	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
654-655	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
655-656	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
656-657	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
657-658	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
658-659	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
659-660	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
660-661	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
661-662	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
662-663	69,05	80	90,00	1,00	1,73	0,169	77	80
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			D _{int}	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			D _{com}	Diámetro comercial			

Tabla 19. Continuación cálculo bajantes canalones red de aguas pluviales.

2.4 Colectores

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
14-152	3,21	2,00	160	4,88	27,34	1,19	154	160
152-153	2,95	2,00	160	3,43	22,89	1,07	154	160
153-154	0,10	2,00	160	3,43	22,89	1,07	154	160
154-155	2,81	2,00	160	1,70	16,19	0,87	154	160
155-156	0,26	2,00	160	1,70	16,19	0,87	154	160
156-157	0,25	2,00	160	1,70	16,19	0,87	154	160
157-158	2,22	2,00	160	1,11	13,20	0,77	154	160
157-160	0,29	15,03	160	0,58	6,02	1,28	154	160
154-164	0,11	98,16	160	1,73	6,46	3,42	154	160
152-177	0,85	20,13	160	1,45	8,63	1,87	154	160
177-178	0,01	2,00	160	1,45	15,00	0,83	154	160
12-315	2,14	17,02	160	1,32	8,60	1,71	154	160
11-331	4,86	7,91	160	0,81	8,19	1,13	154	160
10-335	5,70	6,97	160	1,55	11,48	1,31	154	160

Tabla 20. Cálculo colectores red de aguas pluviales.

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
335-336	0,58	2,00	160	1,55	15,50	0,85	154	160
7-650	0,17	392,42	160	1,73	4,66	5,53	154	160
5-665	1,07	66,70	160	1,85	7,30	3,05	154	160
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _c	Caudal calculado con simultaneidad			D _{com}	Diámetro comercial			

Tabla 21. Cálculo colectores red de aguas pluviales.

3. Colectores mixtos

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
1-2	1,04	2,00	1135,00	200	545,59	0,08	41,96	67,39	2,06	190	200
2-3	1,38	2,00	1135,00	200	545,59	0,08	41,96	66,18	2,06	192	200
3-4	5,14	2,00	1135,00	200	545,59	0,08	41,96	66,18	2,06	192	200
4-5	0,20	2,00	1135,00	200	545,59	0,08	41,96	66,18	2,06	192	200
5-6	0,24	2,00	1135,00	200	543,74	0,07	40,11	64,12	2,05	192	200
6-7	2,26	2,00	1135,00	200	543,74	0,07	40,11	64,12	2,05	192	200
7-8	0,14	2,00	1135,00	200	542,01	0,07	38,38	62,22	2,03	192	200
8-9	2,64	2,00	1135,00	200	542,01	0,07	38,38	62,22	2,03	192	200
9-10	8,74	2,30	537,00	160	260,95	0,11	29,10	74,86	1,96	154	160
10-11	1,19	2,06	537,00	160	259,40	0,11	27,55	74,88	1,85	154	160
11-12	1,01	2,00	537,00	160	258,59	0,10	26,74	73,92	1,82	154	160
12-13	4,46	2,00	537,00	160	257,27	0,10	25,41	70,96	1,81	154	160
13-14	1,93	2,00	285,00	160	138,83	0,14	19,95	59,82	1,72	154	160
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)					
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado					
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad					
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial					
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial					
K	Coeficiente de simultaneidad										

Tabla 22. Cálculo colectores mixtos.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO VII: CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE4
INSTALACIÓN DE ENERGIA SOLAR TERMICA
MEDIANTE CYPECAD MEP**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Datos de partida.....	181
1.2 Descripción del edificio.....	181
1.3 Condiciones climáticas	181
1.4 Condiciones de uso	181
2. Cálculo y dimensionado.....	183
2.1 Diseño del sistema de captación	183
2.1.1 Captadores. Curvas de rendimiento	183
2.1.2 Determinación de la radiación.....	183
2.1.3 Dimensionamiento de la superficie de captación	184
2.1.4 Cálculo de la cobertura solar	185
2.1.5 Cálculo de la separación entre filas de captadores	185
2.2 Diseño del sistema intercambiador-acumulador.....	186
2.3 Diseño del circuito hidráulico.....	187
2.3.2. Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación.....	187
2.3.3 Fórmulas utilizadas.....	187
2.3.4. Bomba de circulación	188
2.3.4. Vaso de expansión.....	190
2.3.5. Fluido caloportador	191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Orientación de los captadores 1,2 y 3.....	181
Tabla 2. Orientación del captador 4,5 y 6.....	181
Tabla 3. Condiciones climáticas de Logroño para el cálculo de la instalación de energía solar térmica.	181
Tabla 4. Calculo de la demanda energética para el conjunto de captación 1.	182
Tabla 5. Calculo de la demanda energética para el conjunto de captación 2.	182
Tabla 6. Disposición y número total de baterías	183
Tabla 7. Orientación e inclinación de los captadores.....	183
Tabla 8. Factor de llenado, pérdidas y contribución para los conjuntos de captación.	184
Tabla 9. Cobertura sola mínima.	184
Tabla 10. Dimensionado de la superficie de captación para el conjunto de capacitación 1.	185
Tabla 11. Dimensionado de la superficie de captación para el conjunto de capacitación 2.	185

Tabla 12.	Cobertura solar anual para los conjuntos de captación.....	185
Tabla 13.	Valor del coeficiente de separación entre las filas de captadores.	186
Tabla 14.	Punto de funcionamiento para las bombas del circuito primario.....	188
Tabla 15.	Caudal de circulación y presión para cada conjunto de captación.....	189
Tabla 16.	Perdidas de presión total y potencia de las bombas de circulación.	189
Tabla 17.	Volumen total de fluido en el circuito primario.	190

1. Datos de partida

1.2 Descripción del edificio

Edificio situado en Logroño, zona climática III según el apartado 4.2, 'Zonas climáticas', de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE (radiación solar global media diaria anual de 15.23 MJ/m²).

La orientación de los captadores se describe en las siguientes tablas.

Conjunto de captación 1	
Captador 1,2 y 3	Orientación
	S(180°)

Tabla 1. Orientación de los captadores 1,2 y 3.

Conjunto de captación 2	
Captador 4,5 y 6	Orientación
	S(189°)

Tabla 2. Orientación del captador 4,5 y 6.

1.3 Condiciones climáticas

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Enero	6,37	6	7
Febrero	9,58	7	8
Marzo	14,65	9	10
Abril	17,93	11	11
Mayo	21,06	15	13
Junio	24,48	19	16
Julio	25,38	22	18
Agosto	22,07	22	18
Septiembre	17,14	19	16
Octubre	11,05	14	13
Noviembre	7,09	9	10
Diciembre	5,54	6	8

Tabla 3. Condiciones climáticas de Logroño para el cálculo de la instalación de energía solar térmica.

1.4 Condiciones de uso

Se ha definido un consumo diario medio de la instalación de 2400 litros con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C.

A partir de los datos anteriores se puede calcular la demanda energética para cada mes. Los valores obtenidos se muestran en las siguientes tablas:

Conjunto de captación 1					
Mes	Ocupación (%)	Consumo (m³)	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	12,4	7	53	2703,85
Febrero	100	11,2	8	52	2396,08
Marzo	100	12,4	10	50	2550,72
Abril	100	12,0	11	49	2419,70
Mayo	100	12,4	13	47	2398,27
Junio	100	12,0	16	44	2172,72
Julio	100	12,4	18	42	2143,06
Agosto	100	12,4	18	42	2143,06
Septiembre	100	12,0	16	44	2172,72
Octubre	100	12,4	13	47	2397,60
Noviembre	100	12,0	10	50	2468,44
Diciembre	100	12,4	8	52	2652,80

Tabla 4. Cálculo de la demanda energética para el conjunto de captación 1.

Conjunto de captación 2					
Mes	Ocupación (%)	Consumo (m³)	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	69.8	7	53	15209.13
Febrero	100	63.0	8	52	13477.96
Marzo	100	69.8	10	50	14347.81
Abril	100	67.5	11	49	13610.80
Mayo	100	69.8	13	47	13490.27
Junio	100	67.5	16	44	12221.56
Julio	100	69.8	18	42	12054.73
Agosto	100	69.8	18	42	12054.73
Septiembre	100	67.5	16	44	12221.56
Octubre	100	69.8	13	47	13486.48
Noviembre	100	67.5	10	50	13884.97
Diciembre	100	69.8	8	52	14922.02

Tabla 5. Cálculo de la demanda energética para el conjunto de captación 2.

La descripción de los valores mostrados, para cada columna, es la siguiente:

- Ocupación: Estimación del porcentaje mensual de ocupación.
- Consumo: Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\%Ocup}{100} \cdot N_{mes}(dias) \cdot Q_{acs}(m^3/dia)$$

- Temperatura de red: Temperatura de suministro de agua (valor mensual en °C).
- Demanda térmica: Expresa la demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{acs} = \rho \cdot C \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde:

- Q_{acs} : Demanda de agua caliente (MJ).
- ρ : Densidad volumétrica del agua (Kg/m^3).
- C : Consumo (m^3).
- C_p : Calor específico del agua ($\text{MJ/kg}^\circ\text{C}$).
- ΔT : Salto térmico ($^\circ\text{C}$).

2. Cálculo y dimensionado

2.1 Diseño del sistema de captación

2.1.1 Captadores. Curvas de rendimiento

El sistema de captación estará formado por elementos cuya curva de rendimiento INTA es:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \left(\frac{t^e - t^a}{I} \right)$$

Donde:

- η_0 : Factor óptico (0.75).
- a_1 : Coeficiente de pérdida (3.99).
- t^e : Temperatura media ($^\circ\text{C}$).
- t^a : Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$).
- I : Irradiación solar (W/m^2).

La disposición de los captadores que se han seleccionado se describe a continuación:

Disposición	Número total de captadores	Número total de baterías
En paralelo	35	7 de 5 unidades

Tabla 6. Disposición y número total de baterías

2.1.2 Determinación de la radiación

Para obtener la radiación solar efectiva que incide sobre los captadores se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

Conj. captación	Orientación	Inclinación
1, 2 y 3	S(180°)	30°
4, 5 y 6	S(189°)	22°

Tabla 7. Orientación e inclinación de los captadores.

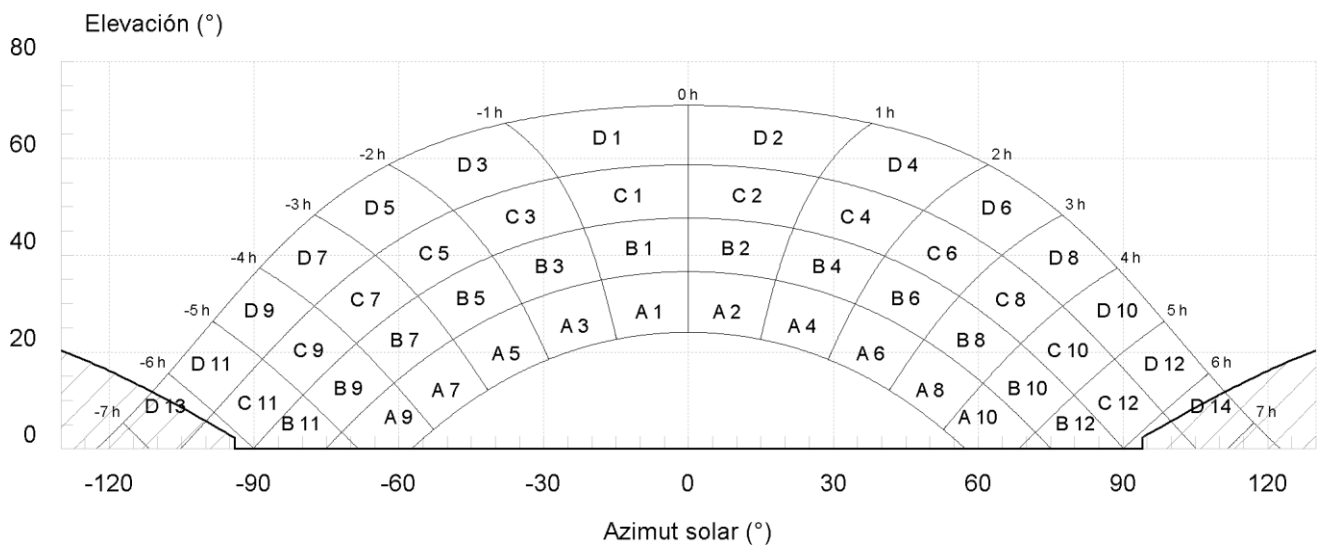


Ilustración 1: Posición de los conjuntos de captación.

Conjunto de captación 1 y 2			
Porción	Factor de llenado (real)	Pérdidas (%)	Contribución (%)
D 13	0,75 (0,69)	0,00	0,00
D 14	0,75 (0,69)	0,02	0,01
		TOTAL (%)	0,01

Tabla 8. Factor de llenado, pérdidas y contribución para los conjuntos de captación.

2.1.3 Dimensionamiento de la superficie de captación

El dimensionamiento de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas 'f' (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

Conj. captación	Vol. acumulación (l)	Sup. captación (m²)
1	1650	31,50
2	2250	42,00

Volúmenes de acumulación y superficies de capacitación para el conjunto de captación 1 y 2.

Se asume un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una fracción solar anual mínima (especificada en la tabla siguiente).

Conj. captación	Cobertura solar mínima (%)
1	60
2	60

Tabla 9. Cobertura sola mínima.

Los resultados obtenidos, para cada conjunto de captación, se resumen en las siguientes tablas:

Conjunto de captación 1					
Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	6,37	6	11153,36	7983,54	28
Febrero	9,58	7	9883,83	5428,56	45
Marzo	14,65	9	10521,72	3503,84	67
Abril	17,93	11	9981,25	2431,23	76
Mayo	21,06	15	9892,87	1546,97	84
Junio	24,48	19	8962,48	398,86	96
Julio	25,38	22	8840,14	0,00	101
Agosto	22,07	22	8840,14	321,71	96
Septiembre	17,14	19	8962,48	1369,42	85
Octubre	11,05	14	9890,09	3933,92	60
Noviembre	7,09	9	10182,31	6419,76	37
Diciembre	5,54	6	10942,82	8213,14	25

Tabla 10. Dimensionado de la superficie de captación para el conjunto de capacitación 1.

Conjunto de captación 2					
Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	6,37	6	15209,13	11717,45	23
Febrero	9,58	7	13477,96	8187,15	39
Marzo	14,65	9	14347,81	5485,16	62
Abril	17,93	11	13610,80	3631,93	73
Mayo	21,06	15	13490,27	2128,01	84
Junio	24,48	19	12221,56	480,23	96
Julio	25,38	22	12054,73	0,00	101
Agosto	22,07	22	12054,73	752,71	94
Septiembre	17,14	19	12221,56	2620,87	79
Octubre	11,05	14	13486,48	6545,34	51
Noviembre	7,09	9	13884,97	9859,83	29
Diciembre	5,54	6	14922,02	12114,27	19

Tabla 11. Dimensionado de la superficie de captación para el conjunto de capacitación 2.

2.1.4 Cálculo de la cobertura solar

La energía producida no supera, en ningún mes, el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos.

Los valores obtenidos para la cobertura solar se muestran en la siguiente tabla:

Conj. captación	Cobertura solar anual (%)
1	65
2	61

Tabla 12. Cobertura solar anual para los conjuntos de captación.

2.1.5 Cálculo de la separación entre filas de captadores

La separación entre filas de captadores debe ser igual o mayor que el valor obtenido mediante la siguiente expresión:

$$d = k \cdot h$$

Donde:

- d: Separación entre las filas de captadores (m).
- h: Altura del captador (m).
- 'k': Coeficiente adimensional cuyo valor es función de la latitud del emplazamiento y de la orientación del captador y que garantiza 4 horas libres de sombras en el captador en torno al mediodía del solsticio de invierno.

A continuación, se muestra el valor del coeficiente 'k' para diferentes latitudes con orientación óptima:

Valor del coeficiente de separación entre las filas de captadores (k)									
Latitud (°)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Coeficiente k	0,74	0,89	1,06	1,26	1,52	1,85	2,31	3,01	4,2

Tabla 13. Valor del coeficiente de separación entre las filas de captadores.

2.2 Diseño del sistema intercambiador-acumulador

La instalación consta de un circuito primario cerrado (circulación forzada) dotado de un sistema de captación colectivo con una superficie total de captación de 74 m² y de dos interacumulador colectivos, uno por cada conjunto de captación. Se ha previsto, además, la instalación de un sistema de energía auxiliar.

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con:

$$50 < (V/A) < 180$$

$$\frac{3.900 \text{ litros}}{73,5 \text{ m}^2} = 53,06$$

Donde:

- A: Suma de las áreas de los captadores.
- V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Para el conjunto de capacitación 1 se ha utilizado un interacumulador de suelo de acero vitrificado, con intercambiador con las siguientes características:

- Capacidad: 1650 litros.
- Altura: 2,28 metros.
- Diámetro: 1,25 metros.
- Aislamiento: 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad.
- Libre de clorofluorocarbonos.
- Protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.

Para el conjunto de capacitación 2 se ha utilizado un interacumulador de suelo de acero vitrificado, con intercambiador con las siguientes características:

- Capacidad: 2250 litros.
- Altura: 2,28 metros.
- Diámetro: 1,5 metros.
- Aislamiento: 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad.
- Libre de clorofluorocarbonos.
- Protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.

La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0.15 e inferior o igual a 1.

2.3 Diseño del circuito hidráulico

2.3.1. Cálculo del diámetro de las tuberías

Para el circuito primario de la instalación se utilizarán tuberías de cobre.

El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s. El dimensionamiento de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en las mismas nunca sea superior a 40.00 mm.c.a/m.

2.3.2. Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

Deben determinarse las pérdidas de carga en los siguientes componentes de la instalación:

- Captadores.
- Tuberías (montantes y derivaciones a las baterías de captadores del circuito primario).
- Intercambiador.

2.3.3 Fórmulas utilizadas

Para el cálculo de la pérdida de carga, ΔP , en las tuberías, se utiliza la formulación de Darcy-Weisbach que se describe a continuación:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

Donde:

- ΔP : Pérdida de carga (m.c.a).
- λ : Coeficiente de fricción.
- L: Longitud de la tubería (m).
- D: Diámetro de la tubería (m).
- v: Velocidad del fluido (m/s).

Para calcular las pérdidas de carga, se le suma a la longitud real de la tubería la longitud equivalente correspondiente a las singularidades del circuito (codos, té, válvulas, etc.). Esta longitud equivalente corresponde a la longitud de tubería que provocaría una pérdida de carga igual a la producida por dichas singularidades.

De forma aproximada, la longitud equivalente se calcula como un porcentaje de la longitud real de la tubería. En este caso, se ha asumido un porcentaje igual al 15%.

El coeficiente de fricción, λ , depende del número de Reynolds el cual se calcula con la siguiente formula:

$$Re = \frac{(\rho \cdot v \cdot D)}{\mu}$$

Donde:

- Re : Valor del número de Reynolds (adimensional).
- ρ : 1000 Kg/m³
- v : Velocidad del fluido (m/s).
- D : Diámetro de la tubería (m).
- μ : Viscosidad del agua (0.001 poises a 20 ° C).

Cálculo del coeficiente de fricción (λ) para un valor de Re comprendido entre 3000 y 10⁵ (éste es el caso más frecuente para instalaciones de captación solar):

$$\lambda = \frac{0,32}{Re^{0,25}}$$

Como los cálculos se han realizado suponiendo que el fluido circulante es agua a una temperatura de 60°C y con una viscosidad de 3,28 mPa·s, los valores de la pérdida de carga se multiplican por el siguiente factor de corrección:

$$factor = \sqrt[4]{\frac{\mu_{FC}}{\mu_{agua}}}$$

2.3.4. Bomba de circulación

La bomba necesaria para el circuito primario debe tener el siguiente punto de funcionamiento:

Conj. captación	Caudal (l/h)	Presión (Pa)
1	1890	20699,1
2	3150	27566,1

Tabla 14. Punto de funcionamiento para las bombas del circuito primario.

Los materiales constitutivos de la bomba en el circuito primario son compatibles con la mezcla anticongelante.

Las bombas de circulación necesarias en cada circuito primario se deben dimensionar para una presión disponible igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías, captadores e intercambiadores). El caudal de circulación, para cada conjunto de captación, se muestra en la siguiente tabla:

Conj. captación	Caudal de la bomba de circulación (l/h)	Presión (Pa)
1	1890	20699
2	3150	27566

Tabla 15. Caudal de circulación y presión para cada conjunto de captación.

La pérdida de presión en el conjunto de captación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta P_T = \frac{\Delta P \cdot N \cdot (N + 1)}{4}$$

Donde:

- ΔP_T : Pérdida de presión en el conjunto de captación.
- ΔP : Pérdida de presión para un captador.
- N : Número total de captadores.

Por tanto, los valores para la pérdida de presión total en el circuito primario y para la potencia de la bomba de circulación, de cada conjunto de captación, son los siguientes:

Conj. captación	Pérdida de presión total (Pa)	Potencia de la bomba de circulación (kW)
1	20660	0,07
2	27577	0,07

Tabla 16. Pérdidas de presión total y potencia de las bombas de circulación.

La potencia de cada bomba de circulación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = C \cdot \Delta p$$

Donde:

- P : Potencia eléctrica (kW).
- C : Caudal (l/s).
- Δp : Pérdida total de presión de la instalación (Pa).

2.3.4. Vaso de expansión

Los valores teóricos del coeficiente de expansión térmica, calculados según la norma UNE 100.155, para todos los conjuntos de captación, son los siguientes:

Conj. captación	Coeficiente de expansión térmica	Capacidad (l)
1	0,083	18
2	0,083	24

Para calcular el volumen necesario se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

- V_t : Volumen útil necesario (l).
- V : Volumen total de fluido de trabajo en el circuito (l).
- C_e : Coeficiente de expansión del fluido.
- C_p : Coeficiente de presión.

El cálculo del volumen total de fluido en el circuito primario de cada conjunto de captación se desglosa a continuación:

Conj. captación	Vol. tuberías (l)	Vol. captadores (l)	Vol. intercambiadores (l)	Total (l)
1	23,62	17,25	49,50	90,37
2	42,48	23,00	67,50	132,98

Tabla 17. Volumen total de fluido en el circuito primario.

Con los valores de la temperatura mínima (-12°C) y máxima (140°C), y el valor del porcentaje de glicol etilénico en agua (32%) se obtiene un valor de ' C_e ' igual a 0.083. Para calcular este parámetro se han utilizado las siguientes expresiones:

$$C_e = fc \cdot (-95 + 1,2 \cdot t) \cdot 10^{-3}$$

Donde:

- fc : Factor de correlación debido al porcentaje de glicol etilénico.
- t : Temperatura máxima en el circuito.

El factor ' fc ' se calcula mediante la siguiente expresión:

$$fc = a \cdot (1,8 \cdot t + 32)^b$$

$$a = -0.0134 \cdot (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2) = 22.67$$

$$b = 0.00035 \cdot (G^2 - 94.57 \cdot G + 500.) = -0.53$$

- G : es el porcentaje de glicol etilénico en agua (32%).

El coeficiente de presión (C_p) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_{max}}{P_{max} - P_{min}}$$

Donde:

- P_{max} : Presión máxima en el vaso de expansión.
- P_{min} : Presión mínima en el vaso de expansión.

El punto de mínima presión de la instalación corresponde a los captadores solares, ya que se encuentran a la cota máxima. Para evitar la entrada de aire, se considera una presión mínima aceptable de 1.5 bar.

La presión mínima del vaso debe ser ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad (aproximadamente 0.9 veces). Por otro lado, el componente crítico respecto a la presión es el captador solar, cuya presión máxima es de 3 bar (sin incorporar el kit de fijación especial).

A partir de las presiones máximas y mínimas, se calcula el coeficiente de presión (C_p) para cada conjunto de captación. Todos los captadores solares tienen un coeficiente de presión de 2.

2.3.5. Fluido caloportador

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante.

En este caso, se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 32%, con lo que se garantiza la protección de los captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de -17°C , así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas. En caso de fuga en el circuito primario, cuenta con una composición no tóxica y aditivos estabilizantes.

Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

- Densidad: $1052.41 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$.
- Calor específico: 3.598 (KJ/kgK) .
- Viscosidad (60°C): $3.28 \text{ (mPa}\cdot\text{s)}$.

La temperatura histórica en la zona es de -12°C . La instalación debe estar preparada para soportar sin congelación una temperatura de -17°C (5° menos que la temperatura mínima histórica). Para ello, el porcentaje en peso de anticongelante será de 32% con un calor específico de 3.598 KJ/kgK y una viscosidad de $3.279440 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ a una temperatura de 60°C .

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO VIII: CARGAS TERMICAS SITUACION
ACTUAL Y PROPUESTA DE MEJORA DE
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS
MEDIANTE CYPECAD MEP**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Parámetros generales	194
2. Cargas térmicas por recinto para la situación actual.....	194
2.1. Refrigeración	194
2.2. Calefacción.....	195
3. Cargas térmicas por recinto para la propuesta de mejora.....	197
3.1. Refrigeración	197
3.2. Calefacción.....	199
4. Comparativa resultados cargas térmicas.....	200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen cargas térmicas de refrigeración para la situación actual.....	194
Tabla 3. Resumen cargas térmicas de calefacción para la situación actual.....	195
Tabla 6. Resumen cargas térmicas de refrigeración para la propuesta de mejora.....	197
Tabla 8. Resumen cargas térmicas de calefacción para la propuesta de mejora.	199
Tabla 10. Comparación resultados cargas térmicas situación actual y propuesta de mejora. ..	200

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Potencia por superficie para la situación actual y la propuesta de mejora.	201
Ilustración 2. Potencia total para la situación actual y la propuesta de mejora	201

1. Parámetros generales

A continuación, se muestran los parámetros generales para la determinación de las cargas térmicas del edificio.

- Emplazamiento: Logroño.
- Latitud (grados): 42.47 grados.
- Altitud sobre el nivel del mar: 380 m.
- Percentil para verano: 5.0 %.
- Temperatura seca verano: 29.68 °C.
- Temperatura húmeda verano: 19.40 °C.
- Oscilación media diaria: 12.5 °C.
- Oscilación media anual: 35.5 °C.
- Percentil para invierno: 97.5 %.
- Temperatura seca en invierno: -0.60 °C.
- Humedad relativa en invierno: 90 %.
- Velocidad del viento: 4.4 m/s.
- Temperatura del terreno: 5.70 °C.
- Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %.
- Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %.
- Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %.
- Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %.
- Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %.
- Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %.
- Porcentaje de mayoración de cargas (invierno): 0 %.
- Porcentaje de mayoración de cargas (verano): 0 %.

2. Cargas térmicas por recinto para la situación actual

2.1. Refrigeración

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m ²))	Potencia total (kcal/h)
Sótano - distribuidor 2	61,1	849,5
Sótano - hall ascensores	63,6	527,8
Planta baja - acceso entreplanta	57,6	524,4
Planta baja - cocina	53,4	2390,2
Planta baja - despacho	71,9	711,3
Planta baja - despacho 1	186,1	204,7
Planta baja - despacho 2	174,8	209,8
Planta baja - distribuidor	53,7	2035,7
Planta baja - hall	114,0	877,8
Planta baja - recepción	60,4	2775,9
Planta baja - salón comedor	194,2	31719,5
Entreplanta - distribuidor	53,4	1448,1
Entreplanta - hall ascensores	57,4	1015,8
Entreplanta - oficina	74,7	515,8
Entreplanta - pasillo	66,5	1057,5

Tabla 1. Resumen cargas térmicas de refrigeración para la situación actual.

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m ²))	Potencia total (kcal/h)
Entreplanta - pasillo 2	80,6	185,4
Entreplanta - salón comedor	177,0	15841,5
Entreplanta - salón de reuniones	147,8	17825,9
Planta 1 - distribuidor 1	56,4	2807,5
Planta 1 - distribuidor 2	64,0	1311,5
Planta 1 - habitación 6	43,3	847,7
Planta 1 - habitación 7	44,0	845,9
Planta 1 - habitación 8	39,3	812,5
Planta 1 - habitación 9	72,2	765,2
Planta 1 – habitación 1	54,7	1230,7
Planta 1 – habitación 2	60,4	1263,3
Planta 1 – habitación 3	63,1	1262,3
Planta 1 – habitación 4	57,5	1207,2
Planta 1 – habitación 5	41,9	829,5
Planta 2/Planta 8 - distribuidor 1	55,0	19203,0
Planta 2/Planta 8 - distribuidor 2	63,4	9086,7
Planta 2/Planta 8 - habitación 6	42,6	5857,3
Planta 2/Planta 8 - habitación 7	43,6	5840,5
Planta 2/Planta 8 - habitación 8	39,6	5741,3
Planta 2/Planta 8 - habitación 9	74,1	5518,8
Planta 2/Planta 8 – habitación 1	53,7	8451,2
Planta 2/Planta 8 – habitación 2	59,3	8675,9
Planta 2/Planta 8 – habitación 3	61,5	8630,0
Planta 2/Planta 8 – habitación 4	55,9	8235,8
Planta 2/Planta 8 – habitación 5	41,4	5736,0
Bajo cubierta - distribuidor 1	62,4	2096,6
Bajo cubierta - distribuidor 2	50,9	524,0
Bajo cubierta - distribuidor 3	110,5	176,8
Bajo cubierta - habitación 901	57,4	1090,5
Bajo cubierta - habitación 902	120,6	1121,7
Bajo cubierta - habitación 903	88,8	808,4
Bajo cubierta - habitación 906	36,0	598,0
Bajo cubierta - habitación 907	77,4	1153,0
Bajo cubierta - habitación 908	54,2	1402,7
TOTAL	3593,3	193848,1

Tabla 2. Continuación tabla resumen cargas térmicas de refrigeración para la situación actual.

2.2. Calefacción

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m ²))	Potencia total (kcal/h)
Sótano - distribuidor 2	164,1	2280,8
Sótano - hall ascensores	169,1	1403,9
Planta baja - acceso entreplanta	173,3	1577,6
Planta baja - cocina	123,6	5538,2

Tabla 3. Resumen cargas térmicas de calefacción para la situación actual.

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m²))	Potencia total (kcal/h)
Planta baja - despacho	137,6	1362,2
Planta baja - despacho 1	300,3	330,4
Planta baja - despacho 2	283,2	339,8
Planta baja - distribuidor	142,7	5409,2
Planta baja - hall	160,1	1232,7
Planta baja - recepción	102,9	4722,9
Planta baja - salón comedor	235,3	38429,9
Entreplanta - distribuidor	141,6	3837,3
Entreplanta - hall ascensores	150,6	2666,3
Entreplanta - oficio	161,0	1111,3
Entreplanta - pasillo	198,3	3152,1
Entreplanta - pasillo 2	256,1	589,0
Entreplanta - salón comedor	228,2	20421,4
Entreplanta - salón de reuniones	188,2	22704,4
Planta 1 - baño 2	155,7	996,7
Planta 1 - baño 3	162,2	1005,3
Planta 1 - baño 4	145,5	931,3
Planta 1 - baño 5	137,0	959,0
Planta 1 - baño 6	176,9	866,7
Planta 1 - baño 7	183,1	860,6
Planta 1 - baño 8	141,7	935,4
Planta 1 - baño 9	205,8	761,4
Planta 1 - baño 1	147,0	911,9
Planta 1 - distribuidor 1	148,3	7388,0
Planta 1 - distribuidor 2	175,9	3606,6
Planta 1 - habitación 6	129,8	2545,2
Planta 1 - habitación 7	131,0	2515,6
Planta 1 - habitación 8	119,4	2472,7
Planta 1 - habitación 9	150,6	1596,7
Planta 1 – habitación 1	107,2	2412,1
Planta 1 – habitación 2	119,6	2499,5
Planta 1 – habitación 3	124,0	2479,0
Planta 1 – habitación 4	113,3	2380,7
Planta 1 – habitación 5	125,4	2482,8
Planta 2/Planta 8 - baño 2	127,9	5740,1
Planta 2/Planta 8 - baño 3	135,0	5818,1
Planta 2/Planta 8 - baño 4	116,5	5253,7
Planta 2/Planta 8 - baño 5	107,8	5315,1
Planta 2/Planta 8 - baño 6	149,8	5092,7
Planta 2/Planta 8 - baño 7	154,0	5080,9
Planta 2/Planta 8 - baño 8	112,3	5201,3
Planta 2/Planta 8 - baño 9	179,4	4590,7
Planta 2/Planta 8 - baño 1	119,6	5156,8
Planta 2/Planta 8 - distribuidor 1	120,2	41924,9
Planta 2/Planta 8 - distribuidor 2	148,2	21250,4
Planta 2/Planta 8 - habitación 6	100,3	13780,6
Planta 2/Planta 8 - habitación 7	102,6	13752,9

Tabla 4. Continuación tabla resumen cargas térmicas de calefacción para la situación actual.

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m ²))	Potencia total (kcal/h)
Planta 2/Planta 8 - habitación 8	89,9	13019,2
Planta 2/Planta 8 - habitación 9	121,2	9024,5
Planta 2/Planta 8 – habitación 1	77,4	12198,0
Planta 2/Planta 8 – habitación 2	89,3	13072,8
Planta 2/Planta 8 – habitación 3	93,2	13075,1
Planta 2/Planta 8 – habitación 4	82,9	12212,8
Planta 2/Planta 8 – habitación 5	95,0	13186,7
Bajo cubierta - baño 1	182,6	821,8
Bajo cubierta - baño 2	177,9	765,1
Bajo cubierta - baño 3	136,4	872,8
Bajo cubierta - baño 4	167,6	787,6
Bajo cubierta - baño 5	147,0	823,3
Bajo cubierta - baño 6	156,8	800,1
Bajo cubierta - baño 7	159,2	955,1
Bajo cubierta - baño 8	160,0	704,2
Bajo cubierta - distribuidor 1	145,8	4899,6
Bajo cubierta - distribuidor 2	157,1	1618,1
Bajo cubierta - distribuidor 3	289,4	463,1
Bajo cubierta - habitación 901	96,7	1837,3
Bajo cubierta - habitación 902	144,5	1344,0
Bajo cubierta - habitación 903	133,3	1212,9
Bajo cubierta - habitación 906	100,0	1659,5
Bajo cubierta - habitación 907	123,9	1845,8
Bajo cubierta - habitación 908	100,0	2590,0
Bajo cubierta - vestuario femenino	109,2	1015,5
Bajo cubierta - vestuario masculino	112,1	998,0
TOTAL	11337,6	407477,7

Tabla 5. Continuación tabla resumen cargas térmicas de calefacción para la situación actual.

3. Cargas térmicas por recinto para la propuesta de mejora

La propuesta de mejora elegida está formada por:

- Cerramiento: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema ‘ETICS’.
- Tabiquería: Tabique de una hoja con trasdosado a ambas caras.

Las cargas obtenidas para dicha propuesta se muestran a continuación.

3.1. Refrigeración

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m ²))	Potencia total (kcal/h)
Sótano - distribuidor 2	50,9	641,1
Sótano - hall ascensores	51,2	384,7
Planta baja - acceso entreplanta	50,2	441,6
Planta baja - cocina	43,9	1853,6
Planta baja – despacho	62,7	576,6

Tabla 6. Resumen cargas térmicas de refrigeración para la propuesta de mejora.

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m ²))	Potencia total (kcal/h)
Planta baja - despacho 1	183,5	146,8
Planta baja - despacho 2	167,2	150,5
Planta baja - distribuidor	47,9	1743,2
Planta baja - hall	50,1	385,8
Planta baja - recepción	41,2	1835,9
Planta baja - salón comedor	179,2	28774,4
Entreplanta - distribuidor	47,9	1240,6
Entreplanta - hall ascensores	51	852
Entreplanta - oficio	59	359,6
Entreplanta - pasillo	46,1	640,3
Entreplanta - pasillo 2	62,3	118,4
Entreplanta - salón comedor	174,3	15442,7
Entreplanta - salón de reuniones	129,4	15455,4
Planta 1 - distribuidor 1	50,1	2376,2
Planta 1 - distribuidor 2	54,9	1043,5
Planta 1 - habitación 6	27,38	502,9
Planta 1 - habitación 7	27,74	497,4
Planta 1 - habitación 8	26,33	524,3
Planta 1 - habitación 9	43,33	437,1
Planta 1 – habitación 1	31,30	677,7
Planta 1 – habitación 2	27,38	502,9
Planta 1 – habitación 3	27,74	497,4
Planta 1 – habitación 4	26,33	524,3
Planta 1 – habitación 5	37,94	722,4
Planta 2/Planta 8 - distribuidor 1	49	16338,9
Planta 2/Planta 8 - distribuidor 2	54	7244,5
Planta 2/Planta 8 - habitación 6	27,0	3495,1
Planta 2/Planta 8 - habitación 7	27,3	3454,6
Planta 2/Planta 8 - habitación 8	26,6	3725,9
Planta 2/Planta 8 - habitación 9	46,3	3296,6
Planta 2/Planta 8 – habitación 1	31,0	4704,3
Planta 2/Planta 8 – habitación 2	34,4	4708,8
Planta 2/Planta 8 – habitación 3	35,7	4688,0
Planta 2/Planta 8 – habitación 4	32,2	4573,4
Planta 2/Planta 8 – habitación 5	37,7	5052,1
Bajo cubierta - distribuidor 1	56,4	1758,5
Bajo cubierta - distribuidor 2	39,84	360,6
Bajo cubierta - distribuidor 3	84,11	110,3
Bajo cubierta - habitación 901	32,7	615,3
Bajo cubierta - habitación 902	81,91	707,7
Bajo cubierta - habitación 903	57,59	504,4
Bajo cubierta - habitación 906	31,59	511
Bajo cubierta - habitación 907	36,82	521,6
Bajo cubierta - habitación 908	30,02	750,6
TOTAL	2730,65	146471,5

Tabla 7. Continuación tabla resumen cargas térmicas de refrigeración para la propuesta de mejora.

3.2. Calefacción

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m ²))	Potencia total (kcal/h)
Sótano - distribuidor 2	109,8	1383,1
Sótano - hall ascensores	110,5	829,0
Planta baja - acceso entreplanta	125,0	1100,3
Planta baja - cocina	80,2	3386,2
Planta baja - despacho	81,1	745,9
Planta baja - despacho 1	129,4	103,5
Planta baja - despacho 2	115,9	104,3
Planta baja - distribuidor	107,8	3923,5
Planta baja - hall	136,1	1048,0
Planta baja - recepción	74,2	3310,3
Planta baja - salón comedor	214,5	34460,2
Entreplanta - distribuidor	104,6	2709,1
Entreplanta - hall ascensores	110,2	1841,3
Entreplanta - oficio	78,1	476,3
Entreplanta - pasillo	108,6	1509,9
Entreplanta - pasillo 2	161,9	307,6
Entreplanta - salón comedor	211,3	18717,9
Entreplanta - salón de reuniones	171,1	20432,2
Planta 1 - baño 2	72,6	413,9
Planta 1 - baño 3	75,8	416,5
Planta 1 - baño 4	82,1	492,5
Planta 1 - baño 5	83,1	548,8
Planta 1 - baño 6	85,0	365,2
Planta 1 - baño 7	87,9	360,1
Planta 1 - baño 8	82,5	511,3
Planta 1 - baño 9	113,3	374,0
Planta 1 - baño 1	83,17	477,8
Planta 1 - distribuidor 1	108,93	5162
Planta 1 - distribuidor 2	126,56	2407,4
Planta 1 - habitación 6	79,64	1462,6
Planta 1 - habitación 7	80,09	1436,2
Planta 1 - habitación 8	81,08	1614,1
Planta 1 - habitación 9	99,56	1004,3
Planta 1 – habitación 1	66,61	1442,3
Planta 1 – habitación 2	79,01	1529,7
Planta 1 – habitación 3	83,41	1509,2
Planta 1 – habitación 4	72,71	1410,9
Planta 1 – habitación 5	84,71	1613
Planta 2/Planta 8 - baño 2	45,4	1815,6
Planta 2/Planta 8 - baño 3	47,7	1823,8
Planta 2/Planta 8 - baño 4	53,3	2248,3
Planta 2/Planta 8 - baño 5	54,2	2518,3
Planta 2/Planta 8 - baño 6	56,9	1695,0
Planta 2/Planta 8 - baño 7	58,7	1690,2
Planta 2/Planta 8 - baño 8	53,1	2306,7

Tabla 8. Resumen cargas térmicas de calefacción para la propuesta de mejora.

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m ²))	Potencia total (kcal/h)
Planta 2/Planta 8 - baño 9	85,8	1956,2
Planta 2/Planta 8 - baño 1	56,0	2251,6
Planta 2/Planta 8 - distribuidor 1	84,3	28101,3
Planta 2/Planta 8 - distribuidor 2	102,4	13737,3
Planta 2/Planta 8 - habitación 6	53,6	6931,4
Planta 2/Planta 8 - habitación 7	54,4	6874,8
Planta 2/Planta 8 - habitación 8	54,9	7694,5
Planta 2/Planta 8 - habitación 9	73,7	5241,8
Planta 2/Planta 8 – habitación 1	41,9	6353,3
Planta 2/Planta 8 – habitación 2	40,1	5489,9
Planta 2/Planta 8 – habitación 3	41,4	5453,3
Planta 2/Planta 8 – habitación 4	43,8	6222,0
Planta 2/Planta 8 – habitación 5	58,6	7865,0
Bajo cubierta - baño 1	126,66	530,5
Bajo cubierta - baño 2	102,87	386
Bajo cubierta - baño 3	86,56	510,1
Bajo cubierta - baño 4	98,29	413,7
Bajo cubierta - baño 5	89,56	453
Bajo cubierta - baño 6	94,07	433,7
Bajo cubierta - baño 7	84,15	440,1
Bajo cubierta - baño 8	100,79	399,1
Bajo cubierta - distribuidor 1	119,18	3713,5
Bajo cubierta - distribuidor 2	98,22	889
Bajo cubierta - distribuidor 3	203,4	266,66
Bajo cubierta - habitación 901	89,18	1678,1
Bajo cubierta - habitación 902	108,41	936,6
Bajo cubierta - habitación 903	112,93	989,1
Bajo cubierta - habitación 906	80,71	1305,6
Bajo cubierta - habitación 907	93,21	1320,51
Bajo cubierta - habitación 908	76,58	1914,5
Bajo cubierta - vestuario femenino	76,75	669,66
Bajo cubierta - vestuario masculino	79,39	661,45
TOTAL	7039,19	257121,58

Tabla 9. Continuación tabla resumen cargas térmicas de calefacción para la propuesta de mejora.

4. Comparativa resultados cargas térmicas

	Refrigeración		Calefacción	
	Potencia total (kcal/h)	Potencia total (kW)	Potencia total (kcal/h)	Potencia total (kW)
Situación actual	193848,1	225	407477,7	474
Propuesta de mejora	146471,5	170	257121,58	299

Tabla 10. Comparación resultados cargas térmicas situación actual y propuesta de mejora.

La potencia de la caldera instalada en el edificio es de 476 kW, la cual, se ajusta bastante a los resultados obtenidos en el estudio de las cargas térmicas de calefacción (474 kW).

Por el contrario, la maquina enfriadora del edificio tiene una potencia de 372 kW, muy diferente a los resultados obtenidos de las cargas térmicas de refrigeración (225 kW), por lo que el equipo actual del edificio está sobredimensionado.

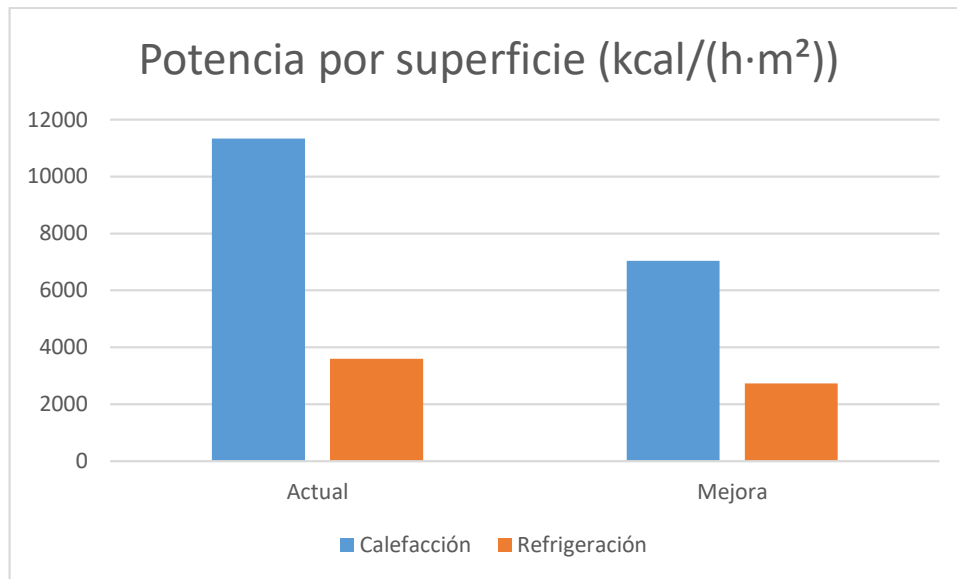


Ilustración 1. Potencia por superficie para la situación actual y la propuesta de mejora.

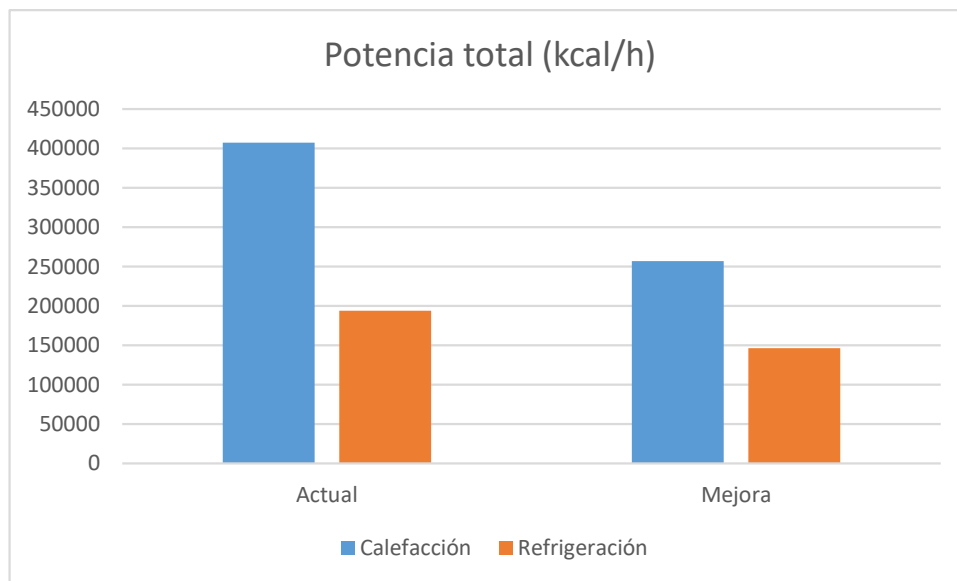


Ilustración 2. Potencia total para la situación actual y la propuesta de mejora

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO IX: CÁLCULO INSTALACIÓN DE
CLIMATIZACIÓN MEDIANTE CYPECAD MEP**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Instalación de climatización.....	204
1.1. Sistemas de conducción de aire.....	204
1.1.1. Conductos.....	204
1.1.2. Difusores y rejillas.....	207
1.2. Sistemas de conducción del agua.....	210
1.2.1. Tuberías.....	210
1.3. Unidades no autónomas para climatización (fan coils).....	217

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de los conductos de aire.	204
Tabla 5. Cálculo de los difusores y rejillas de conducción de aire.	207
Tabla 9. Cálculo tuberías conducción de agua.....	210
Tabla 16. Cálculo presiones de los fan coils.	217
Tabla 18. Temperaturas, caudales y dimensiones de los fan coils.	218

1. Instalación de climatización

1.1. Sistemas de conducción de aire

1.1.1. Conductos

Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP _i (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)
Inicio	Final							
A2-Planta 8	A1-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A3-Planta 8	A2-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A9-Planta 8	A8-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A4-Planta 8	A9-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A15-Planta 8	A10-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A7-Planta 8	A15-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A5-Planta 8	A27-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A19-Planta 8	A5-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A14-Planta 8	A18-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A18-Planta 8	A26-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A13-Planta 8	A21-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A21-Planta 8	A23-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A12-Planta 8	A24-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A24-Planta 8	A22-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A25-Planta 8	A20-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,49	0,24	0,51
A6-Planta 8	A25-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A16-Planta 8	A17-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A17-Planta 8	A11-Planta 8	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A1-B. Cubierta	A8- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,24	0,52
A2- B. Cubierta	A11- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,24	0,50
A2- B. Cubierta	A12-Bajocubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,26	0,18	0,25
A3- B. Cubierta	A10-Bajocubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,21	0,24	0,59
A3- B. Cubierta	A9- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,16	0,18	0,28
A4- B. Cubierta	A13- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,52	0,24	0,52
A4- B. Cubierta	A14- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,46	0,18	0,25
A5- B. Cubierta	A15- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,42	0,24	0,51
A5- B. Cubierta	A18- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,33	0,18	0,25
A6- B. Cubierta	A16- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,39	0,24	0,51
A6- B. Cubierta	A17- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,30	0,18	0,25
A7- B. Cubierta	A1- B. Cubierta	90	150x100	1,8	133,2	0,65	0,18	0,26
A2-Planta 1	A1-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A3-Planta 1	A2-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A9-Planta 1	A8-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A4-Planta 1	A9-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A15-Planta 1	A10-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A7-Planta 1	A15-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A5-Planta 1	A27-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A19-Planta 1	A5-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A14-Planta 1	A18-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A18-Planta 1	A26-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A13-Planta 1	A21-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A21-Planta 1	A23-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A12-Planta 1	A24-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A24-Planta 1	A22-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A25-Planta 1	A20-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,49	0,24	0,51
A6-Planta 1	A25-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A16-Planta 1	A17-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25

Tabla 1. Cálculo de los conductos de aire.

Tramo		Q (m³/h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP _i (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)
Inicio	Final							
A17-Planta 1	A11-Planta 1	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A2-Planta 2	A1-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A3-Planta 2	A2-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A9-Planta 2	A8-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A4-Planta 2	A9-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A15-Planta 2	A10-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A7-Planta 2	A15-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A5-Planta 2	A27-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A19-Planta 2	A5-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A14-Planta 2	A18-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A18-Planta 2	A26-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A13-Planta 2	A21-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A21-Planta 2	A23-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A12-Planta 2	A24-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A24-Planta 2	A22-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A25-Planta 2	A20-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,49	0,24	0,51
A6-Planta 2	A25-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A16-Planta 2	A17-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A17-Planta 2	A11-Planta 2	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A2-Planta 3	A1-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A3-Planta 3	A2-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A9-Planta 3	A8-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A4-Planta 3	A9-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A15-Planta 3	A10-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A7-Planta 3	A15-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A5-Planta 3	A27-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A19-Planta 3	A5-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A14-Planta 3	A18-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A18-Planta 3	A26-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A13-Planta 3	A21-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A21-Planta 3	A23-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A12-Planta 3	A24-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A24-Planta 3	A22-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A25-Planta 3	A20-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,49	0,24	0,51
A6-Planta 3	A25-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A16-Planta 3	A17-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A17-Planta 3	A11-Planta 3	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A2-Planta 4	A1-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A3-Planta 4	A2-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A9-Planta 4	A8-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A4-Planta 4	A9-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A15-Planta 4	A10-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A7-Planta 4	A15-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A5-Planta 4	A27-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A19-Planta 4	A5-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A14-Planta 4	A18-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A18-Planta 4	A26-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A13-Planta 4	A21-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A21-Planta 4	A23-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A12-Planta 4	A24-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A24-Planta 4	A22-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A25-Planta 4	A20-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,49	0,24	0,51

Tabla 2. Continuación cálculo de los conductos de aire.

Tramo		Q (m³/h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)
Inicio	Final							
A6-Planta 4	A25-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A16-Planta 4	A17-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A17-Planta 4	A11-Planta 4	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A2-Planta 5	A1-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A3-Planta 5	A2-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A9-Planta 5	A8-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A4-Planta 5	A9-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A15-Planta 5	A10-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A7-Planta 5	A15-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A5-Planta 5	A27-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A19-Planta 5	A5-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A14-Planta 5	A18-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A18-Planta 5	A26-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A13-Planta 5	A21-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A21-Planta 5	A23-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A12-Planta 5	A24-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A24-Planta 5	A22-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A25-Planta 5	A20-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,49	0,24	0,51
A6-Planta 5	A25-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A16-Planta 5	A17-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A17-Planta 5	A11-Planta 5	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A2-Planta 6	A1-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A3-Planta 6	A2-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A9-Planta 6	A8-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A4-Planta 6	A9-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A15-Planta 6	A10-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A7-Planta 6	A15-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A5-Planta 6	A27-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A19-Planta 6	A5-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A14-Planta 6	A18-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A18-Planta 6	A26-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A13-Planta 6	A21-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A21-Planta 6	A23-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A12-Planta 6	A24-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A24-Planta 6	A22-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A25-Planta 6	A20-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,49	0,24	0,51
A6-Planta 6	A25-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A16-Planta 6	A17-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A17-Planta 6	A11-Planta 6	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A2-Planta 7	A1-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A3-Planta 7	A2-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A9-Planta 7	A8-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A4-Planta 7	A9-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A15-Planta 7	A10-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A7-Planta 7	A15-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A5-Planta 7	A27-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A19-Planta 7	A5-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A14-Planta 7	A18-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A18-Planta 7	A26-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A13-Planta 7	A21-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A21-Planta 7	A23-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A12-Planta 7	A24-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25

Tabla 3. Continuación cálculo de los conductos de aire.

Tramo		Q (m³/h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)
Inicio	Final							
A24-Planta 7	A22-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
A25-Planta 7	A20-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,49	0,24	0,51
A6-Planta 7	A25-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A16-Planta 7	A17-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,32	0,18	0,25
A17-Planta 7	A11-Planta 7	90	150x100	1,8	133,2	0,50	0,24	0,57
Abreviaturas utilizadas								
Q	Caudal			L	Longitud			
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			ΔP ₁	Pérdida de presión			
V	Velocidad			ΔP	Pérdida de presión acumulada			
Φ	Diámetro equivalente							

Tabla 4. Continuación cálculo de los conductos de aire.

1.1.2. Difusores y rejillas

Tipo	w x h (mm)	Q (m³/h)	A (cm²)	X (m)	ΔP ₁ (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)
A1-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A3-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A8-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A4-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A10-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A7-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A27-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A19-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A26-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A14-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A23-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A13-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A22-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A12-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A20-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A6-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A11-Planta 8: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A16-Planta 8: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A7-Bajocubierta: Rejilla de retorno	225x125	90	140		0,18	0,26
A8-Bajocubierta: Rejilla de impulsión	225x125	90	110	2,7	0,24	0,52
A10-Bajocubierta: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,59
A9-Bajocubierta: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,28
A11-Bajocubierta: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,50
A12-Bajocubierta: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A13-Bajocubierta: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,52
A14-Bajocubierta: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A15-Bajocubierta: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A18-Bajocubierta: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A17-Bajocubierta: Rejilla de retorno	225x125	90	140		0,18	0,25
A16-Bajocubierta: Rejilla de impulsión	225x125	90	110	2,7	0,24	0,51
A1-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A3-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A8-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A4-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A10-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A7-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25

Tabla 5. Cálculo de los difusores y rejillas de conducción de aire.

Tipo	w x h (mm)	Q (m³/h)	A (cm²)	X (m)	ΔP_1 (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)
A27-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A19-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A26-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A14-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A23-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A13-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A22-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A12-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A20-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A6-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A11-Planta 1: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A16-Planta 1: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A1-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A3-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A8-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A4-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A10-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A7-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A27-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A19-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A26-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A14-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A23-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A13-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A22-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A12-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A20-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A6-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A11-Planta 2: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A16-Planta 2: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A1-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A3-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A8-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A4-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A10-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A7-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A27-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A19-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A26-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A14-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A23-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A13-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A22-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A12-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A20-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A6-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A11-Planta 3: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A16-Planta 3: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A1-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A3-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A8-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A4-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A10-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57

Tabla 6. Continuación cálculo de los difusores y las rejillas de conducción de aire.

Tipo	w x h (mm)	Q (m³/h)	A (cm²)	X (m)	ΔP_1 (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)
A7-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A27-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A19-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A26-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A14-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A23-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A13-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A22-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A12-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A20-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A6-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A11-Planta 4: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A16-Planta 4: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A1-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A3-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A8-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A4-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A10-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A7-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A27-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A19-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A26-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A14-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A23-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A13-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A22-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A12-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A20-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A6-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A11-Planta 5: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A16-Planta 5: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A1-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A3-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A8-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A4-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A10-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A7-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A27-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A19-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A26-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A14-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A23-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A13-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A22-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A12-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A20-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A6-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A11-Planta 6: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A16-Planta 6: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A1-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A3-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A8-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A4-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25

Tabla 7. Continuación cálculo de los difusores y las rejillas de conducción de aire.

Tipo	w x h (mm)	Q (m³/h)	A (cm²)	X (m)	ΔP_1 (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)
A10-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A7-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A27-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A19-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A26-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A14-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A23-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A13-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A22-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A12-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A20-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,51
A6-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
A11-Planta 7: Rejilla de impulsión	225x125	90	140	2,7	0,24	0,57
A16-Planta 7: Rejilla de retorno	225x125	90	110		0,18	0,25
Abreviaturas utilizadas						
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)	X	Alcance			
Q	Caudal	ΔP_1	Pérdida de presión			
A	Área efectiva	ΔP	Pérdida de presión acumulada			

Tabla 8. Continuación cálculo de los difusores y las rejillas de conducción de aire.

1.2. Sistemas de conducción del agua

1.2.1. Tuberías

Tuberías								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
Inicio	Final	Tipo						
A1-Sótano	A1-Sótano	Impulsión	90 mm	6,74	1,6	1,85	0,069	0,07
A1-Sótano	N60-Sótano	Impulsión	90 mm	6,74	1,6	0,27	0,010	0,08
N4-Sótano	N4-Planta baja	Impulsión	63 mm	1,69	0,8	3,00	0,053	0,84
N6-Sótano	N10-Sótano	Impulsión	50 mm	0,82	0,6	15,89	0,237	0,86
N6-Sótano	N6-Planta baja	Impulsión	50 mm	0,82	0,6	3,00	0,045	0,91
N10-Sótano	N34-Sótano	Impulsión	75 mm	3,20	1,1	4,17	0,098	0,72
N2-Sótano	N2-Planta baja	Impulsión	50 mm	1,00	0,8	3,00	0,064	0,18
N11-Sótano	N58-Sótano	Impulsión	75 mm	4,31	1,5	2,25	0,090	0,18
N11-Sótano	N55-Sótano	Impulsión	50 mm	1,04	0,8	0,64	0,014	0,10
N11-Sótano	N56-Sótano	Impulsión	50 mm	1,40	1,1	2,63	0,101	0,19
N12-Sótano	N32-Sótano	Impulsión	32 mm	0,34	0,6	4,70	0,124	0,86
N12-Sótano	N7-Planta baja	Impulsión	32 mm	0,34	0,6	3,00	0,079	0,94
N14-Sótano	N30-Sótano	Impulsión	32 mm	0,37	0,7	3,10	0,097	0,82
N14-Sótano	N9-Planta baja	Impulsión	32 mm	0,37	0,7	3,00	0,094	0,92
N16-Sótano	N34-Sótano	Impulsión	40 mm	0,44	0,5	2,23	0,033	0,75
N16-Sótano	N11-Planta baja	Impulsión	40 mm	0,44	0,5	3,00	0,044	0,80
N18-Sótano	N36-Sótano	Impulsión	32 mm	0,36	0,7	3,63	0,106	0,83
N18-Sótano	N13-Planta baja	Impulsión	32 mm	0,36	0,7	3,00	0,087	0,92
N20-Sótano	N38-Sótano	Impulsión	32 mm	0,39	0,7	1,61	0,054	0,32
N20-Sótano	N15-Planta baja	Impulsión	32 mm	0,39	0,7	3,00	0,101	0,42
N23-Sótano	N38-Sótano	Impulsión	32 mm	0,33	0,6	0,30	0,007	0,28
N23-Sótano	N18-Planta baja	Impulsión	32 mm	0,33	0,6	3,00	0,075	0,35
N25-Sótano	N42-Sótano	Impulsión	32 mm	0,32	0,6	4,39	0,107	0,34
N25-Sótano	N20-Planta baja	Impulsión	32 mm	0,32	0,6	3,00	0,073	0,41
N26-Sótano	N44-Sótano	Impulsión	32 mm	0,32	0,6	5,66	0,132	0,35
N26-Sótano	N21-Planta baja	Impulsión	32 mm	0,32	0,6	3,00	0,070	0,42
N28-Sótano	N46-Sótano	Impulsión	32 mm	0,23	0,4	5,09	0,069	0,28

Tabla 9. Cálculo tuberías conducción de agua.

Tuberías								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP _l (m.c.a)	ΔP (m.c.a)
Inicio	Final	Tipo						
N28-Sótano	N23-Planta baja	Impulsión	32 mm	0,23	0,4	3,00	0,041	0,32
N30-Sótano	N36-Sótano	Impulsión	63 mm	2,39	1,2	0,05	0,002	0,73
N32-Sótano	N4-Sótano	Impulsión	63 mm	1,69	0,8	2,86	0,051	0,79
N34-Sótano	N30-Sótano	Impulsión	75 mm	2,76	0,9	0,20	0,004	0,73
N36-Sótano	N32-Sótano	Impulsión	63 mm	2,03	1,0	0,31	0,008	0,73
N42-Sótano	N38-Sótano	Impulsión	40 mm	0,72	0,9	1,12	0,039	0,27
N44-Sótano	N42-Sótano	Impulsión	50 mm	1,04	0,8	0,40	0,009	0,23
N46-Sótano	N10-Sótano	Impulsión	75 mm	4,02	1,4	11,71	0,414	0,62
N49-Sótano	N26-Planta baja	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,22
N51-Sótano	N56-Sótano	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	1,25	0,035	0,23
N51-Sótano	N28-Planta baja	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,31
N52-Sótano	N58-Sótano	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	4,53	0,056	0,23
N52-Sótano	N29-Planta baja	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,27
N55-Sótano	N2-Sótano	Impulsión	50 mm	1,00	0,8	0,49	0,010	0,11
N55-Sótano	N49-Sótano	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	1,93	0,045	0,15
N56-Sótano	N44-Sótano	Impulsión	50 mm	1,36	1,0	0,83	0,030	0,22
N58-Sótano	N46-Sótano	Impulsión	75 mm	4,25	1,4	0,77	0,030	0,21
N60-Sótano	N11-Sótano	Impulsión	90 mm	6,74	1,6	0,24	0,009	0,09
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Impulsión	50 mm	0,82	0,6	2,84	0,042	0,88
A1-Planta baja	N4-Planta baja	Impulsión	50 mm	0,82	0,6	0,24	0,004	0,84
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Impulsión	25 mm	0,12	0,4	2,84	0,044	0,27
A2-Planta baja	N2-Planta baja	Impulsión	25 mm	0,12	0,4	3,31	0,051	0,23
A3-Planta baja	A3-Planta baja	Impulsión	50 mm	0,82	0,6	2,84	0,042	0,95
N2-Planta baja	N3-Entreplanta	Impulsión	50 mm	0,88	0,7	3,00	0,051	0,23
N4-Planta baja	N4-Entreplanta	Impulsión	50 mm	0,87	0,7	3,00	0,050	0,89
N6-Planta baja	A3-Planta baja	Impulsión	50 mm	0,82	0,6	0,28	0,004	0,91
N9-Planta baja	N8-Entreplanta	Impulsión	32 mm	0,37	0,7	3,00	0,094	1,01
N11-Planta baja	N10-Entreplanta	Impulsión	40 mm	0,44	0,5	3,00	0,044	0,84
N13-Planta baja	N12-Entreplanta	Impulsión	32 mm	0,36	0,7	3,00	0,087	1,01
N15-Planta baja	N14-Entreplanta	Impulsión	32 mm	0,39	0,7	3,00	0,101	0,52
N18-Planta baja	N17-Entreplanta	Impulsión	32 mm	0,33	0,6	3,00	0,075	0,42
N20-Planta baja	N19-Entreplanta	Impulsión	32 mm	0,32	0,6	3,00	0,073	0,48
N21-Planta baja	N20-Entreplanta	Impulsión	32 mm	0,32	0,6	3,00	0,070	0,49
N23-Planta baja	N22-Entreplanta	Impulsión	32 mm	0,23	0,4	3,00	0,041	0,36
N7-Planta baja	N6-Entreplanta	Impulsión	32 mm	0,34	0,6	3,00	0,079	1,02
N26-Planta baja	N25-Entreplanta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,29
N28-Planta baja	N27-Entreplanta	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,39
N29-Planta baja	N28-Entreplanta	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,31
N1-Planta 8	N2-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,078	1,59
N5-Planta 8	N3-Bajocubierta	Impulsión	20 mm	0,07	0,3	3,00	0,051	1,44
A2-Planta 8	A2-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,071	3,76
A2-Planta 8	N3-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	1,56
A9-Planta 8	A9-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,072	3,60
A9-Planta 8	N5-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	1,39
A15-Planta 8	A15-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,063	3,78
A15-Planta 8	N9-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,59
A5-Planta 8	A5-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	2,55	0,101	3,42
A5-Planta 8	N7-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	0,08	0,003	1,19
A18-Planta 8	A18-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,076	3,20
A18-Planta 8	N11-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	1,00
A21-Planta 8	A21-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,075	3,25
A21-Planta 8	N13-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	1,05
A24-Planta 8	A24-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,072	3,23

Tabla 10. Continuación cálculo tuberías conducción de agua.

Tuberías								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (m.c.a)	ΔP (m.c.a)
Inicio	Final	Tipo						
A24-Planta 8	N15-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	1,03
A25-Planta 8	A25-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,056	3,10
A25-Planta 8	N17-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	0,91
A17-Planta 8	A17-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,066	3,72
A17-Planta 8	N19-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,52
N19-Planta 8	N1-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,12	0,003	1,52
N22-Planta 8	N8-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,92
N24-Planta 8	N11-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	1,15
N25-Planta 8	N12-Bajocubierta	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,64
A1-Bajocubierta	A1-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,26	0,085	3,93
A2-Bajocubierta	A2-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	4,08	0,108	3,79
A2-Bajocubierta	N5-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,56	0,068	1,55
A3-Bajocubierta	A3-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,03	0,3	4,13	0,063	3,71
A4-Bajocubierta	A4-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,66	0,085	3,13
A4-Bajocubierta	N8-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,13	0,003	0,92
A5-Bajocubierta	A5-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,61	0,102	3,39
A5-Bajocubierta	N11-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,21	0,006	1,16
A6-Bajocubierta	A6-Bajocubierta	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,71	0,046	2,82
A6-Bajocubierta	N12-Bajocubierta	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	0,14	0,002	0,64
N2-Bajocubierta	A1-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	4,51	0,117	1,71
N3-Bajocubierta	N5-Bajocubierta	Impulsión	20 mm	0,07	0,3	2,23	0,038	1,48
N5-Bajocubierta	A3-Bajocubierta	Impulsión	16 mm	0,03	0,3	1,96	0,030	1,51
A1-Entreplanta	A1-Entreplanta	Impulsión	50 mm	0,88	0,7	2,84	0,048	0,29
A1-Entreplanta	N2-Entreplanta	Impulsión	50 mm	0,88	0,7	0,24	0,004	0,24
N2-Entreplanta	N3-Entreplanta	Impulsión	50 mm	0,88	0,7	0,34	0,006	0,23
A2-Entreplanta	A2-Entreplanta	Impulsión	50 mm	0,87	0,7	2,84	0,047	0,94
A2-Entreplanta	N4-Entreplanta	Impulsión	50 mm	0,87	0,7	0,42	0,007	0,90
N8-Entreplanta	N3-Planta 1	Impulsión	32 mm	0,37	0,7	3,00	0,094	1,10
N10-Entreplanta	N5-Planta 1	Impulsión	40 mm	0,44	0,5	3,00	0,044	0,89
N12-Entreplanta	N9-Planta 1	Impulsión	32 mm	0,36	0,7	3,00	0,087	1,09
N14-Entreplanta	N7-Planta 1	Impulsión	32 mm	0,39	0,7	3,00	0,101	0,62
N17-Entreplanta	N11-Planta 1	Impulsión	32 mm	0,33	0,6	3,00	0,075	0,50
N19-Entreplanta	N13-Planta 1	Impulsión	32 mm	0,32	0,6	3,00	0,073	0,56
N20-Entreplanta	N15-Planta 1	Impulsión	32 mm	0,32	0,6	3,00	0,070	0,56
N22-Entreplanta	N17-Planta 1	Impulsión	32 mm	0,23	0,4	3,00	0,041	0,40
N6-Entreplanta	N1-Planta 1	Impulsión	32 mm	0,34	0,6	3,00	0,079	1,10
N25-Entreplanta	N22-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,36
N27-Entreplanta	N24-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,48
N28-Entreplanta	N25-Planta 1	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,35
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	20 mm	0,10	0,5	2,55	0,084	3,32
A2-Planta 1	N3-Planta 1	Impulsión	20 mm	0,10	0,5	0,08	0,003	1,10
N3-Planta 1	N3-Planta 2	Impulsión	32 mm	0,27	0,5	3,00	0,055	1,16
A9-Planta 1	A9-Planta 1	Impulsión	20 mm	0,10	0,5	2,55	0,078	3,10
A9-Planta 1	N5-Planta 1	Impulsión	20 mm	0,10	0,5	0,08	0,002	0,89
N5-Planta 1	N5-Planta 2	Impulsión	32 mm	0,34	0,6	3,00	0,081	0,97
A15-Planta 1	A15-Planta 1	Impulsión	20 mm	0,10	0,5	2,55	0,085	3,31
A15-Planta 1	N9-Planta 1	Impulsión	20 mm	0,10	0,5	0,08	0,003	1,10
N9-Planta 1	N9-Planta 2	Impulsión	32 mm	0,26	0,5	3,00	0,049	1,14
A5-Planta 1	A5-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	2,55	0,095	2,85
A5-Planta 1	N7-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	0,08	0,003	0,63
N7-Planta 1	N7-Planta 2	Impulsión	32 mm	0,34	0,6	3,00	0,080	0,70
N11-Planta 1	N11-Planta 2	Impulsión	32 mm	0,29	0,5	3,00	0,059	0,56
A18-Planta 1	A18-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,071	2,70

Tabla 11. Continuación cálculo tuberías conducción de agua.

Tuberías								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (m.c.a)	ΔP (m.c.a)
Inicio	Final	Tipo						
A18-Planta 1	N11-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,50
N13-Planta 1	N13-Planta 2	Impulsión	32 mm	0,28	0,5	3,00	0,058	0,61
A21-Planta 1	A21-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,070	2,76
A21-Planta 1	N13-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,56
N15-Planta 1	N15-Planta 2	Impulsión	32 mm	0,28	0,5	3,00	0,056	0,62
A24-Planta 1	A24-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,065	2,76
A24-Planta 1	N15-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	0,56
A25-Planta 1	A25-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	2,55	0,034	2,57
A25-Planta 1	N17-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	0,08	0,001	0,40
N17-Planta 1	N17-Planta 2	Impulsión	25 mm	0,20	0,6	3,00	0,108	0,51
N1-Planta 1	N1-Planta 2	Impulsión	32 mm	0,30	0,6	3,00	0,065	1,16
A17-Planta 1	A17-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,061	3,29
A17-Planta 1	N19-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,10
N19-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,12	0,003	1,10
N22-Planta 1	N22-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,43
N24-Planta 1	N24-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,56
N25-Planta 1	N25-Planta 2	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,38
N1-Planta 2	N1-Planta 3	Impulsión	32 mm	0,26	0,5	3,00	0,051	1,21
N3-Planta 2	N3-Planta 3	Impulsión	32 mm	0,23	0,4	3,00	0,042	1,20
N5-Planta 2	N5-Planta 3	Impulsión	32 mm	0,30	0,6	3,00	0,065	1,03
N9-Planta 2	N9-Planta 3	Impulsión	32 mm	0,22	0,4	3,00	0,038	1,18
N7-Planta 2	N7-Planta 3	Impulsión	32 mm	0,29	0,5	3,00	0,061	0,77
N11-Planta 2	N11-Planta 3	Impulsión	32 mm	0,25	0,5	3,00	0,045	0,60
N13-Planta 2	N13-Planta 3	Impulsión	32 mm	0,24	0,5	3,00	0,045	0,66
N15-Planta 2	N15-Planta 3	Impulsión	32 mm	0,24	0,4	3,00	0,043	0,66
N17-Planta 2	N17-Planta 3	Impulsión	25 mm	0,18	0,5	3,00	0,084	0,59
A2-Planta 2	A2-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,068	3,36
A2-Planta 2	N3-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	1,16
A9-Planta 2	A9-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,069	3,17
A9-Planta 2	N5-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,97
A15-Planta 2	A15-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,061	3,34
A15-Planta 2	N9-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,15
A5-Planta 2	A5-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	2,55	0,098	2,94
A5-Planta 2	N7-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	0,08	0,003	0,71
A18-Planta 2	A18-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,074	2,76
A18-Planta 2	N11-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,56
A21-Planta 2	A21-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,073	2,82
A21-Planta 2	N13-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,62
A24-Planta 2	A24-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,070	2,82
A24-Planta 2	N15-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,62
A25-Planta 2	A25-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	2,55	0,037	2,68
A25-Planta 2	N17-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	0,08	0,001	0,51
A17-Planta 2	A17-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,064	3,36
A17-Planta 2	N19-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,17
N19-Planta 2	N1-Planta 2	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,12	0,003	1,16
N22-Planta 2	N22-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,50
N24-Planta 2	N24-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,65
N25-Planta 2	N25-Planta 3	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,42
N1-Planta 3	N1-Planta 4	Impulsión	32 mm	0,23	0,4	3,00	0,039	1,25
N3-Planta 3	N3-Planta 4	Impulsión	25 mm	0,20	0,6	3,00	0,100	1,30
N5-Planta 3	N5-Planta 4	Impulsión	32 mm	0,27	0,5	3,00	0,052	1,09
N9-Planta 3	N9-Planta 4	Impulsión	25 mm	0,18	0,6	3,00	0,090	1,27
N7-Planta 3	N7-Planta 4	Impulsión	32 mm	0,24	0,5	3,00	0,045	0,81

Tabla 12. Continuación cálculo tuberías conducción de agua.

Tuberías									
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (m.c.a)	ΔP (m.c.a)	
Inicio	Final	Tipo							
N11-Planta 3	N11-Planta 4	Impulsión	25 mm	0,21	0,6	3,00	0,108	0,71	
N13-Planta 3	N13-Planta 4	Impulsión	25 mm	0,20	0,6	3,00	0,106	0,77	
N15-Planta 3	N15-Planta 4	Impulsión	25 mm	0,20	0,6	3,00	0,102	0,76	
N17-Planta 3	N17-Planta 4	Impulsión	25 mm	0,15	0,5	3,00	0,063	0,65	
A2-Planta 3	A2-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,065	3,40	
A2-Planta 3	N3-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,20	
A9-Planta 3	A9-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	3,23	
A9-Planta 3	N5-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,04	
A15-Planta 3	A15-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,059	3,37	
A15-Planta 3	N9-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,18	
A5-Planta 3	A5-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	2,55	0,095	2,99	
A5-Planta 3	N7-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	0,08	0,003	0,77	
A18-Planta 3	A18-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,071	2,81	
A18-Planta 3	N11-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,61	
A21-Planta 3	A21-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,070	2,86	
A21-Planta 3	N13-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,66	
A24-Planta 3	A24-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	2,86	
A24-Planta 3	N15-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	0,66	
A25-Planta 3	A25-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	2,55	0,036	2,76	
A25-Planta 3	N17-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	0,08	0,001	0,59	
A17-Planta 3	A17-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,061	3,41	
A17-Planta 3	N19-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,22	
N19-Planta 3	N1-Planta 3	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,12	0,003	1,21	
N22-Planta 3	N22-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,57	
N24-Planta 3	N24-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,73	
N25-Planta 3	N25-Planta 4	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,46	
N1-Planta 4	N1-Planta 5	Impulsión	25 mm	0,19	0,6	3,00	0,095	1,35	
N3-Planta 4	N3-Planta 5	Impulsión	25 mm	0,16	0,5	3,00	0,068	1,37	
N5-Planta 4	N5-Planta 5	Impulsión	32 mm	0,23	0,4	3,00	0,039	1,12	
N9-Planta 4	N9-Planta 5	Impulsión	25 mm	0,15	0,5	3,00	0,062	1,33	
N7-Planta 4	N7-Planta 5	Impulsión	25 mm	0,20	0,6	3,00	0,099	0,91	
N11-Planta 4	N11-Planta 5	Impulsión	25 mm	0,16	0,5	3,00	0,074	0,79	
N13-Planta 4	N13-Planta 5	Impulsión	25 mm	0,16	0,5	3,00	0,073	0,84	
N15-Planta 4	N15-Planta 5	Impulsión	25 mm	0,16	0,5	3,00	0,070	0,83	
N17-Planta 4	N17-Planta 5	Impulsión	25 mm	0,12	0,4	3,00	0,045	0,70	
A2-Planta 4	A2-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,065	3,50	
A2-Planta 4	N3-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,30	
A9-Planta 4	A9-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	3,28	
A9-Planta 4	N5-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,09	
A15-Planta 4	A15-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,059	3,46	
A15-Planta 4	N9-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,27	
A5-Planta 4	A5-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	2,55	0,095	3,04	
A5-Planta 4	N7-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	0,08	0,003	0,81	
A18-Planta 4	A18-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,071	2,92	
A18-Planta 4	N11-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,71	
A21-Planta 4	A21-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,070	2,97	
A21-Planta 4	N13-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,77	
A24-Planta 4	A24-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	2,96	
A24-Planta 4	N15-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	0,76	
A25-Planta 4	A25-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	2,55	0,036	2,82	
A25-Planta 4	N17-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	0,08	0,001	0,66	
A17-Planta 4	A17-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,061	3,45	
A17-Planta 4	N19-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,26	

Tabla 13. Continuación cálculo tuberías conducción de agua.

Tuberías								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (m.c.a)	ΔP (m.c.a)
Inicio	Final	Tipo						
N19-Planta 4	N1-Planta 4	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,12	0,003	1,25
N22-Planta 4	N22-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,64
N24-Planta 4	N24-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,81
N25-Planta 4	N25-Planta 5	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,49
N1-Planta 5	N1-Planta 6	Impulsión	25 mm	0,15	0,5	3,00	0,065	1,41
N3-Planta 5	N3-Planta 6	Impulsión	25 mm	0,12	0,4	3,00	0,042	1,41
N5-Planta 5	N5-Planta 6	Impulsión	25 mm	0,19	0,6	3,00	0,092	1,22
N9-Planta 5	N9-Planta 6	Impulsión	20 mm	0,11	0,6	3,00	0,119	1,45
N7-Planta 5	N7-Planta 6	Impulsión	25 mm	0,15	0,4	3,00	0,061	0,97
N11-Planta 5	N11-Planta 6	Impulsión	25 mm	0,12	0,4	3,00	0,045	0,83
N13-Planta 5	N13-Planta 6	Impulsión	25 mm	0,12	0,4	3,00	0,045	0,88
N15-Planta 5	N15-Planta 6	Impulsión	25 mm	0,12	0,4	3,00	0,043	0,88
N17-Planta 5	N17-Planta 6	Impulsión	20 mm	0,10	0,5	3,00	0,093	0,79
A2-Planta 5	A2-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,065	3,56
A2-Planta 5	N3-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,37
A9-Planta 5	A9-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	3,32
A9-Planta 5	N5-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,13
A15-Planta 5	A15-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,059	3,52
A15-Planta 5	N9-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,33
A5-Planta 5	A5-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	2,55	0,095	3,14
A5-Planta 5	N7-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	0,08	0,003	0,91
A18-Planta 5	A18-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,071	2,99
A18-Planta 5	N11-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,79
A21-Planta 5	A21-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,070	3,04
A21-Planta 5	N13-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,84
A24-Planta 5	A24-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	3,03
A24-Planta 5	N15-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	0,83
A25-Planta 5	A25-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	2,55	0,036	2,87
A25-Planta 5	N17-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,03	0,2	0,08	0,001	0,70
A17-Planta 5	A17-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,061	3,54
A17-Planta 5	N19-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,35
N19-Planta 5	N1-Planta 5	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,12	0,003	1,35
N22-Planta 5	N22-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,71
N24-Planta 5	N24-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,90
N25-Planta 5	N25-Planta 6	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,53
N1-Planta 6	N1-Planta 7	Impulsión	25 mm	0,12	0,4	3,00	0,040	1,45
N3-Planta 6	N3-Planta 7	Impulsión	20 mm	0,08	0,4	3,00	0,067	1,48
N5-Planta 6	N5-Planta 7	Impulsión	25 mm	0,15	0,5	3,00	0,062	1,28
N9-Planta 6	N9-Planta 7	Impulsión	20 mm	0,07	0,4	3,00	0,060	1,51
N7-Planta 6	N7-Planta 7	Impulsión	20 mm	0,10	0,5	3,00	0,097	1,07
N11-Planta 6	N11-Planta 7	Impulsión	20 mm	0,08	0,4	3,00	0,072	0,90
N13-Planta 6	N13-Planta 7	Impulsión	20 mm	0,08	0,4	3,00	0,071	0,95
N15-Planta 6	N15-Planta 7	Impulsión	20 mm	0,08	0,4	3,00	0,068	0,94
N17-Planta 6	N17-Planta 7	Impulsión	20 mm	0,07	0,3	3,00	0,049	0,84
A2-Planta 6	A2-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,065	3,61
A2-Planta 6	N3-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,41
A9-Planta 6	A9-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	3,42
A9-Planta 6	N5-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,22
A15-Planta 6	A15-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,059	3,64
A15-Planta 6	N9-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,45
A5-Planta 6	A5-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	2,55	0,095	3,20
A5-Planta 6	N7-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	0,08	0,003	0,97
A18-Planta 6	A18-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,071	3,03

Tabla 14. Continuación cálculo tuberías conducción de agua.

Tuberías								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a)	ΔP (m.c.a)
Inicio	Final	Tipo						
A18-Planta 6	N11-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,83
A21-Planta 6	A21-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,070	3,09
A21-Planta 6	N13-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,89
A24-Planta 6	A24-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	3,07
A24-Planta 6	N15-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	0,88
A25-Planta 6	A25-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,03	0,3	2,55	0,043	2,97
A25-Planta 6	N17-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,03	0,3	0,08	0,001	0,79
A17-Planta 6	A17-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,061	3,61
A17-Planta 6	N19-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,42
N19-Planta 6	N1-Planta 6	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,12	0,003	1,41
N22-Planta 6	N22-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,78
N24-Planta 6	N24-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	0,98
N25-Planta 6	N25-Planta 7	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,57
N1-Planta 7	N1-Planta 8	Impulsión	20 mm	0,08	0,4	3,00	0,065	1,52
N3-Planta 7	N3-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,083	1,56
N5-Planta 7	N5-Planta 8	Impulsión	20 mm	0,11	0,5	3,00	0,114	1,39
N9-Planta 7	N9-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,074	1,59
N7-Planta 7	N7-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	3,00	0,119	1,19
N11-Planta 7	N11-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,090	0,99
N13-Planta 7	N13-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,088	1,04
N15-Planta 7	N15-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,085	1,03
N17-Planta 7	N17-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,066	0,91
A2-Planta 7	A2-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,065	3,67
A2-Planta 7	N3-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,48
A9-Planta 7	A9-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	3,48
A9-Planta 7	N5-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,28
A15-Planta 7	A15-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,059	3,70
A15-Planta 7	N9-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,51
A5-Planta 7	A5-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	2,55	0,095	3,30
A5-Planta 7	N7-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,05	0,4	0,08	0,003	1,07
A18-Planta 7	A18-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,071	3,11
A18-Planta 7	N11-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,91
A21-Planta 7	A21-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	2,55	0,070	3,16
A21-Planta 7	N13-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	0,08	0,002	0,96
A24-Planta 7	A24-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,067	3,14
A24-Planta 7	N15-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	0,95
A25-Planta 7	A25-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,03	0,3	2,55	0,045	3,02
A25-Planta 7	N17-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,03	0,3	0,08	0,001	0,84
A17-Planta 7	A17-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	2,55	0,061	3,65
A17-Planta 7	N19-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,08	0,002	1,46
N19-Planta 7	N1-Planta 7	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	0,12	0,003	1,45
N22-Planta 7	N22-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,3	3,00	0,070	0,85
N24-Planta 7	N24-Planta 8	Impulsión	16 mm	0,04	0,4	3,00	0,084	1,07
N25-Planta 7	N25-Planta 8	Impulsión	20 mm	0,06	0,3	3,00	0,037	0,61
Abreviaturas utilizadas								
Φ	Diámetro nominal			L	Longitud			
Q	Caudal			ΔP_1	Pérdida de presión			
V	Velocidad			ΔP	Pérdida de presión acumulada			

Tabla 15. Continuación cálculo tuberías conducción de agua.

1.3. Unidades no autónomas para climatización (fan coils)

Modelo	P _{ref} (kcal/h)	P _{cal} (kcal/h)	ΔP _{ref} (m.c.a.)	PP _{ref} (m.c.a.)
(A1-Planta baja)	4247,6	4772,1	0,000	1,772
(A2-Planta baja)	4247,6	4772,1	0,000	0,506
(A3-Planta baja)	4247,6	4772,1	0,000	1,925
(A1-Entreplanta)	4247,6	4772,1	0,000	0,533
(A2-Entreplanta)	4247,6	4772,1	0,000	1,888
(A2-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	2,356
(A9-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	2,220
(A15-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	2,349
(A5-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	1,515
(A18-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	1,210
(A21-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	1,288
(A24-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	1,291
(A25-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	0,842
(A17-Planta 1)	748,1	653,5	2,130	2,300
(A2-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	2,431
(A2-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	2,506
(A2-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	2,701
(A2-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	2,834
(A2-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	2,916
(A2-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	3,047
(A2-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	3,221
(A9-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	2,361
(A9-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	2,483
(A9-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	2,584
(A9-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	2,661
(A9-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	2,842
(A9-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	2,962
(A9-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	3,196
(A15-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	2,398
(A15-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	2,549
(A15-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	2,726
(A15-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	2,846
(A15-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	3,079
(A15-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	3,196
(A15-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	3,349
(A5-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	1,678
(A5-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	1,791
(A5-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	1,878
(A5-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	2,073
(A5-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	2,193
(A5-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	2,382
(A5-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	2,626
(A18-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	1,332
(A18-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	1,415
(A18-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	1,627
(A18-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	1,771
(A18-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	1,860
(A18-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	2,002
(A18-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	2,189
(A21-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	1,408
(A21-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	1,490
(A21-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	1,698
(A21-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	1,841

Tabla 16. Cálculo presiones de los fan coils.

Modelo	P_{ref} (kcal/h)	P_{cal} (kcal/h)	ΔP_{ref} (m.c.a.)	PP_{ref} (m.c.a.)
(A21-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	1,928
(A21-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	2,067
(A21-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	2,251
(A24-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	1,410
(A24-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	1,488
(A24-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	1,687
(A24-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	1,824
(A24-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	1,907
(A24-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	2,041
(A24-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	2,218
(A25-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	1,058
(A25-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	1,220
(A25-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	1,344
(A25-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	1,433
(A25-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	1,630
(A25-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	1,729
(A25-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	1,879
(A17-Planta 2)	748,1	653,5	2,130	2,433
(A17-Planta 3)	748,1	653,5	2,130	2,529
(A17-Planta 4)	748,1	653,5	2,130	2,606
(A17-Planta 5)	748,1	653,5	2,130	2,791
(A17-Planta 6)	748,1	653,5	2,130	2,918
(A17-Planta 7)	748,1	653,5	2,130	3,079
(A17-Planta 8)	748,1	653,5	2,130	3,216
(A1-Bajocubierta)	748,1	653,5	2,130	3,615
(A2-Bajocubierta)	748,1	653,5	2,130	3,569
(A3-Bajocubierta)	748,1	653,5	2,130	3,399
(A4-Bajocubierta)	748,1	653,5	2,130	1,961
(A5-Bajocubierta)	748,1	653,5	2,130	2,521
(A6-Bajocubierta)	748,1	653,5	2,130	1,333
Abreviaturas utilizadas				
P_{ref}	Potencia frigorífica total calculada		ΔP_{ref}	Pérdida de presión
P_{cal}	Potencia calorífica total calculada		PP_{ref}	Pérdida de presión acumulada

Tabla 17. Continuación cálculo presiones de los fan coils.

Modelo	ΔT_{ref} (°C)	ΔT_{cal} (°C)	Q_{ref} (m³/h)	Q_{cal} (m³/h)	Dimensiones (mm)
(A1-Planta baja)	7	80	590	590	570x570x295
(A2-Planta baja)	7	80	590	590	570x570x295
(A3-Planta baja)	7	80	590	590	570x570x295
(A1-Entreplanta)	7	80	590	590	570x570x295
(A2-Entreplanta)	7	80	590	590	570x570x295
(A2-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270
(A9-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270
(A15-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270
(A18-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270
(A21-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270
(A24-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270

Tabla 18. Temperaturas, caudales y dimensiones de los fan coils.

Modelo	ΔT_{ref} (°C)	ΔT_{cal} (°C)	Q_{ref} (m³/h)	Q_{cal} (m³/h)	Dimensiones (mm)
(A25-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270
(A17-Planta 1)	7	80	90	90	771x505x270
(A2-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A2-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A2-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270
(A2-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A2-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A2-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A2-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A9-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A9-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A9-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270
(A9-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A9-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A9-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A9-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A15-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A15-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A15-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270
(A15-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A15-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A15-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A15-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A18-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A18-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A18-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270
(A18-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A18-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A18-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A18-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A21-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A21-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A21-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270
(A21-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A21-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A21-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A21-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A24-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A24-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A24-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270

Tabla 19. Continuación temperaturas, caudales y dimensiones de los fan coils.

Modelo	ΔT_{ref} (°C)	ΔT_{cal} (°C)	Q_{ref} (m³/h)	Q_{cal} (m³/h)	Dimensiones (mm)
(A24-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A24-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A24-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A24-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A25-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A25-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A25-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270
(A25-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A25-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A25-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A25-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A17-Planta 2)	7	80	90	90	771x505x270
(A17-Planta 3)	7	80	90	90	771x505x270
(A17-Planta 4)	7	80	90	90	771x505x270
(A17-Planta 5)	7	80	90	90	771x505x270
(A17-Planta 6)	7	80	90	90	771x505x270
(A17-Planta 7)	7	80	90	90	771x505x270
(A17-Planta 8)	7	80	90	90	771x505x270
(A1-Bajocubierta)	7	80	90	90	771x505x270
(A2-Bajocubierta)	7	80	90	90	771x505x270
(A3-Bajocubierta)	7	80	90	90	771x505x270
(A4-Bajocubierta)	7	80	90	90	771x505x270
(A5-Bajocubierta)	7	80	90	90	771x505x270
(A6-Bajocubierta)	7	80	90	90	771x505x270
Abreviaturas utilizadas					
ΔT_{ref}	Incremento de la temperatura del agua (refrigeración)		Q_{ref}	Caudal de aire (refrigeración)	
ΔT_{cal}	Incremento de la temperatura del agua (calefacción)		Q_{cal}	Caudal de aire (calefacción)	

Tabla 20. Continuación temperaturas, caudales y dimensiones de los fan coils.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO X: CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 2
RECOGIDA Y EVACUACION DE RESIDUOS**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Cumplimiento CTE-DB-HS 2: Recogida y evacuación de residuos	223
1.1. Situación actual	223
1.2. Propuesta de mejora.....	223
1.3. Almacén de contenedores.....	224
1.3.1. Mantenimiento almacén.....	225
1.3.2. Otras medidas de reducción de residuos.....	226

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fracciones y componentes de los residuos.	225
---	-----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Contenedores en la calle Bretón de los Herreros.....	223
Ilustración 2. Composición de residuos en el sector de la hostelería.	224
Ilustración 3. Papelera de reciclaje con tres separadores.	224
Ilustración 4. Contenedor con capacidad de 360 litros.	225

1. Cumplimiento CTE-DB-HS 2: Recogida y evacuación de residuos

Según el CTE-DB-HS 2 los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos. El sistema de extracción será acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

Esta sección se aplica a los edificios de viviendas de nueva construcción, tengan o no locales destinados a otros usos. En este caso se trata de un edificio de uso terciario ya construido por lo que este apartado del documento básico HS de salubridad no es aplicable al caso de estudio, aunque se seguirán las exigencias básicas y criterios análogos a los establecidos en el CTE-DB-HS 2.

1.1. Situación actual

Actualmente el edificio no cuenta con la existencia de un almacén de contenedores clasificados. Los camareros de pisos son los encargados de recoger los residuos producidos en el hotel diariamente y posteriormente depositarlos en los contenedores de la calle Bretón de los Herreros. Cabe destacar que durante la recogida y deposición de la basura en los contenedores no se hace distinción entre los principales grupos de reciclaje, plástico, orgánico, papel y cartón. Los envases de vidrio son recogidos por la empresa suministradora.



Ilustración 1. Contenedores en la calle Bretón de los Herreros.

El sistema actual aparte de no ser respetuoso con el medio ambiente supone que los camareros de pisos empleen tiempo de su jornada laboral en realizar dicha tarea por no existir un almacén de contenedores y tener que llevar la basura diariamente a los contenedores de la calle Bretón de los Herreros.

1.2. Propuesta de mejora

Mejorar la estrategia de gestión de residuos reduce el impacto ambiental al generar menos residuos y reciclar más y así ahorrar dinero al conseguir una mayor eficiencia operativa.

A continuación, se muestra un gráfico sobre la composición de los residuos en el sector de la hostelería. Como se observa en el gráfico los mayores porcentajes de residuos generados son de comida y papel.

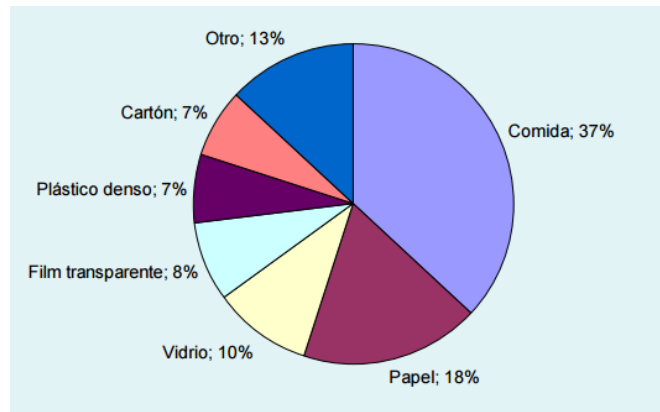


Ilustración 2. Composición de residuos en el sector de la hostelería.

Para conseguir estos objetivos el edificio debe disponer como mínimo de un almacén de contenedores para los residuos. Además, las papeleras del edificio tienen que estar fraccionadas según los diferentes residuos para ahorrar tiempo a la hora de clasificarlos.



Ilustración 3. Papelera de reciclaje con tres separadores.

1.3. Almacén de contenedores

Según el CTE-DB-HS 2 el almacén debe estar situado a una distancia del acceso del mismo menor que 25 m. El recorrido entre el almacén y el punto de recogida exterior debe tener una anchura libre de 1,20 m como mínimo, aunque se admiten estrechamientos localizados siempre que no se reduzca la anchura libre a menos de 1 m y que su longitud no sea mayor que 45 cm.

Siguiendo estas pautas el almacén de residuos estará situado en la planta sótano en el cuarto-1 teniendo un buen acceso desde el montacargas. Los contenedores deberán señalizarse correctamente según la fracción correspondiente.

En el almacén se dispondrán de los siguientes contenedores con el periodo de evacuación correspondiente:

- Papel y cartón: Periodo de recogida cada 3 días.
- Envases de plástico: Periodo de recogida cada 5 días.
- Materia orgánica: Periodo de recogida cada día.

El personal del hotel será el encargado de las tareas de evacuación de los residuos a los contenedores públicos de la calle Bretón de los Herreros.

Cada contenedor tendrá una capacidad de 360 litros con unas dimensiones de 139 centímetros de longitud y 140 centímetros de ancho.



Ilustración 4. Contenedor con capacidad de 360 litros.

Las fracciones y los componentes principales de los residuos generados en el edificio se detallan en la siguiente tabla:

Fracción	Componentes
Envases ligeros	Bolsas de plástico Botellas y garrafas de plástico Brics Envases de plástico Latas metálicas
Materia orgánica	Corcho Restos de comidas Restos de preparación de comidas Servilletas de papel y papel de cocina usados
Papel y cartón	Diarios y revistas Embalajes de cartón Envases de cartón Hojas de publicidad Papel de cocina

Tabla 1. Fracciones y componentes de los residuos.

1.3.1. Mantenimiento almacén

Deben realizarse las siguientes operaciones de mantenimiento en el almacén a cargo del personal del edificio:

- Limpieza de los contenedores cada tres días.
- Desinfección de los contenedores cada mes y medio.
- Limpieza del suelo del almacén diariamente.
- Lavado con manguera del suelo del almacén cada dos semanas.
- Limpieza de las paredes, puertas y ventanas cada cuatro semanas.
- Limpieza general de las paredes y techos del almacén, incluidos los elementos del sistema de ventilación y las luminarias cada seis meses.
- Desinfección, desinsectación y desratización del almacén de contenedores.

1.3.2. Otras medidas de reducción de residuos

A continuación, se muestran otras medidas para eliminar, reducir o reutilizar los residuos:

- Reutilizar toallas convirtiéndolos en paños de limpieza y manteles deteriorados en delantales.
- Donar artículos usados a organizaciones de caridad en lugar de tirarlos a la basura.
- Las botellas de artículos de aseo parcialmente usadas donarlas a refugios para las personas sin hogar y organizaciones de caridad.
- Usar servilletas de tela.
- Maximizar el uso de ordenadores para reducir el consumo de papel.
- Programar las impresoras para imprimir por las dos caras.
- Reutilizar los materiales impresos en sólo una cara.
- Reutilizar los blocs de notas sobrantes y lápices de las salas de reuniones.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO XI: CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 3
CALIDAD DEL AIRE INTERIOR**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en ingeniería mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Cumplimiento CTE-DB-HS 3: Calidad del aire interior.....	229
1.1. Caracterización y cuantificación de las exigencias.....	229
1.1.1. Planta baja.....	229
1.1.2. Pisos 1-8.....	230
1.1.3. Bajo cubierta	231
1.2. Dimensionado	232
1.2.1. Aberturas de ventilación.....	232
1.3. Conductos de extracción	233
1.3.1. Conductos de extracción para ventilación híbrida	233

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudales de ventilación mínimos exigidos.....	229
Tabla 2. Caudales de extracción de aire para la planta baja.....	229
Tabla 3. Caudal de admisión de aire para la planta baja.	229
Tabla 4. Caudales de ventilación equilibrados para la planta baja.....	230
Tabla 5. Equilibrado de los caudales de ventilación.	230
Tabla 6. Caudales de admisión para los pisos 1-8.	230
Tabla 7. Caudales de extracción para los pisos 1-8.....	230
Tabla 8. Caudales de admisión para la bajo cubierta.....	231
Tabla 9. Caudales de extracción para la bajo cubierta.....	231
Tabla 10. Caudales de extracción y admisión equilibrados para la bajo cubierta.	231
Tabla 11. Caudales de admisión equilibrados para la bajo cubierta.	231
Tabla 12. Área efectiva de las aberturas.	232
Tabla 13. Áreas efectivas por local.	232
Tabla 14. Áreas efectivas por local.	233
Tabla 15. Zonas térmicas en función de la altitud en metros.	233
Tabla 16. Clase de tiro.....	233
Tabla 17. Secciones del conducto de extracción (cm ²).	233

1. Cumplimiento CTE-DB-HS 3: Calidad del aire interior

Según el CTE-DB-HS 3 los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

1.1. Caracterización y cuantificación de las exigencias

A partir de la tabla 2.1 del CTE-DB-HS 3 de salubridad se van a calcular los caudales de admisión y extracción para cada planta del edificio.

	Caudal de ventilación mínimo exigido, q_v en l/s		
	Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Dormitorios	5		
Salas de estar y comedores	3		
Aseos y cuartos de baño			15 por local
Cocinas		2	50 por local
Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
Aparcamientos y garajes			120 por plaza
Almacenes de residuos		10	

Tabla 1. Caudales de ventilación mínimos exigidos.

1.1.1. Planta baja

En la planta baja la admisión de aire se realiza por las ventanas del salón comedor, los otros recintos de la planta no cuentan con ventanas. La extracción de aire se realiza en los aseos y en la cocina.

Extracción	Caudal (l/s)	Concepto	Caudal total (l/s)
Cocina	2	36,48 m^2	72,96
Aseo adaptado	15	Por local	15
Aseo femenino	15	Por local	15
Aseo masculino	15	Por local	15
Caudal total de extracción (l/s)			118

Tabla 2. Caudales de extracción de aire para la planta baja.

Admisión	Ocupación	Caudal (l/s)	Caudal total (l/s)
Salón comedor	55	3	165
Caudal total de admisión (l/s)			165

Tabla 3. Caudal de admisión de aire para la planta baja.

1.1.1.1. Equilibrado de los caudales

El caudal de extracción es inferior al caudal de admisión por lo tanto hay que equilibrar los caudales.

	Caudal (l/s)	Nuevo caudal (l/s)
Extracción	118	165
Admisión	165	165

Tabla 4. Caudales de ventilación equilibrados para la planta baja.

Extracción	Caudal total (l/s)	Concepto	Nuevo caudal (l/s)
Cocina	72,96	36,48 m ²	90
Aseo adaptado	15	Por local	25
Aseo femenino	15	Por local	25
Aseo masculino	15	Por local	25
Caudal total de extracción (l/s)			165

Tabla 5. Equilibrado de los caudales de ventilación.

1.1.2. Pisos 1-8

El caudal de admisión de las habitaciones depende del número de ocupantes de esta. La ocupación de las habitaciones es variable, pero para calcular el caudal de admisión se considera la ocupación máxima de estas que es de 3 ocupantes.

Admisión	Ocupación	Caudal por ocupante (l/s)	Caudal total (l/s)
Hab-1	3	5	15
Hab-2	3	5	15
Hab-3	3	5	15
Hab-4	3	5	15
Hab-5	3	5	15
Hab-6	3	5	15
Hab-7	2	5	15
Hab-8	2	5	15
Hab-9	2	5	15
Caudal total de admisión (l/s)			135

Tabla 6. Caudales de admisión para los pisos 1-8.

Extracción	Caudal (l/s)	Concepto	Caudal total (l/s)
Baño-1	15	Por local	15
Baño-2	15	Por local	15
Baño-3	15	Por local	15
Baño-4	15	Por local	15
Baño-5	15	Por local	15
Baño-6	15	Por local	15
Baño-7	15	Por local	15
Baño-8	15	Por local	15
Baño-9	15	Por local	15
Caudal total de extracción (l/s)			135

Tabla 7. Caudales de extracción para los pisos 1-8.

El caudal total de admisión y de extracción para los pisos 1-8 tienen el mismo valor (135 litros/segundo) por lo que no es necesario el equilibrado de los caudales.

1.1.3. Bajo cubierta

Como en el caso anterior para las habitaciones de la planta bajo cubierta se considera la ocupación máxima de estas que es de 3 ocupantes.

Admisión	Ocupación	Caudal por ocupante (l/s)	Caudal total (l/s)
Hab-1	3	5	15
Hab-2	3	5	15
Hab-3	3	5	15
Hab-4	3	5	15
Hab-5	3	5	15
Hab-6	3	5	15
Caudal total de admisión (l/s)			90

Tabla 8. Caudales de admisión para la bajo cubierta.

Extracción	Caudal (l/s)	Concepto	Caudal total (l/s)
Baño-1	15	Por local	15
Baño-2	15	Por local	15
Baño-3	15	Por local	15
Baño-4	15	Por local	15
Baño-5	15	Por local	15
Baño-6	15	Por local	15
Vestuario femenino	15	Por local	15
Vestuario masculino	15	Por local	15
Caudal total de extracción (l/s)			120

Tabla 9. Caudales de extracción para la bajo cubierta.

1.1.3.1. Equilibrado de los caudales

El caudal total de extracción son 120 litros/segundos mientras que el caudal de admisión es de 90 litros/segundos, por lo tanto, hay que aumentar el caudal de admisión 30 litros/segundo. Esto se soluciona aumentando el caudal de admisión de cada habitación 5 litros/segundo.

	Caudal Total (l/s)	Nuevo caudal total (l/s)
Caudal de extracción	120	120
Caudal de admisión	90	120

Tabla 10. Caudales de extracción y admisión equilibrados para la bajo cubierta.

Admisión	Caudal total (l/s)	Nuevo caudal total (l/s)
Hab-1	15	20
Hab-2	15	20
Hab-3	15	20
Hab-4	15	20
Hab-5	15	20
Hab-6	15	20
Caudal total de admisión (l/s)		120

Tabla 11. Caudales de admisión equilibrados para la bajo cubierta.

1.2. Dimensionado

1.2.1. Aberturas de ventilación

El área efectiva total de las aberturas de ventilación para cada local se obtiene de la tabla 4.1 del CTE-DB-HS 3.

Aberturas de admisión	4·qv
Aberturas de extracción	4·qv
Aberturas de paso	70 cm ²
Aberturas mixtas	8·qv

Tabla 12. Área efectiva de las aberturas.

Donde:

- Qv: caudal de ventilación mínimo exigido del local (l/s).

	Local	Caudal (l/s)	Aberturas de admisión (cm ²)	Aberturas de extracción (cm ²)	Aberturas mixtas (cm ²)
Planta baja	Salón comedor	165	660	660	1320
	Cocina	90	360	360	720
	Aseo adaptado	25	100	100	200
	Aseo femenino	25	100	100	200
	Aseo masculino	25	100	100	200
Pisos 1-8	Hab-1	15	60	60	120
	Hab-2	15	60	60	120
	Hab-3	15	60	60	120
	Hab-4	15	60	60	120
	Hab-5	15	60	60	120
	Hab-6	15	60	60	120
	Hab-7	15	60	60	120
	Hab-8	15	60	60	120
	Hab-9	15	60	60	120
	Baño-1	15	60	60	120
	Baño-2	15	60	60	120
	Baño-3	15	60	60	120
	Baño-4	15	60	60	120
	Baño-5	15	60	60	120
	Baño-6	15	60	60	120
	Baño-7	15	60	60	120
	Baño-8	15	60	60	120
	Baño-9	15	60	60	120
Bajo cubierta	Hab-1	20	80	80	160
	Hab-2	20	80	80	160
	Hab-3	20	80	80	160
	Hab-4	20	80	80	160
	Hab-5	20	80	80	160
	Hab-6	20	80	80	160
	Baño-1	15	60	60	120
	Baño-2	15	60	60	120

Tabla 13. Áreas efectivas por local.

	Local	Caudal (l/s)	Aberturas de admisión (cm ²)	Aberturas de extracción (cm ²)	Aberturas mixtas (cm ²)
Bajo cubierta	Baño-5	15	60	60	120
	Baño-6	15	60	60	120
	Vestuario femenino	15	60	60	120
	Vestuario masculino	15	60	60	120

Tabla 14. Continuación áreas efectivas por local.

1.3. Conductos de extracción

1.3.1. Conductos de extracción para ventilación híbrida

La sección de cada tramo de los conductos de extracción debe ser como mínimo la obtenida de la tabla 4.2 del CTE-DB-HS 3 en función del caudal de aire en el tramo del conducto y de la clase del tiro.

Logroño pertenece a la provincia de La Rioja y tiene una altitud de 384 metros sobre el nivel del mar, por lo que le corresponde una zona térmica Z. el edificio cuenta con más de 8 plantas por lo que la zona de tiro para el caso de estudio es T-1.

ZONA TÉRMICA	Altitud en metros	
Provincia	≤800	>800
La Rioja	Z	Y

Tabla 15. Zonas térmicas en función de la altitud en metros.

CLASE DE TIRO	Zona térmica
Nº de plantas del edificio	Z
≥8	T-1

Tabla 16. Clase de tiro.

Una vez se conoce la clase de tiro se determina las secciones del conducto de extracción en cm² en función del caudal de aire en el tramo del conducto en l/s.

	Caudal de aire en el tramo del conducto (l/s)	Secciones del conducto de extracción (cm ²)
Clase de tiro T-1	$q_{vt} \leq 100$	1x225
	$100 < q_{vt} \leq 300$	1x400

Tabla 17. Secciones del conducto de extracción (cm²).

Todos los locales del edificio menos el salón comedor de la entreplanta, tienen un caudal menor a 100 litros por segundo, por lo que les corresponde una sección del conducto de extracción de 1x225 cm². El salón comedor al tener un caudal de 165 litros le corresponde una sección del conducto de 1x400 cm².

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

**ANEXO XII: CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS 5
EVACUACIÓN DE AGUAS**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL



Titulación: Grado en ingeniera mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodriguez.

ÍNDICE DEL ANEXO

1. Cumplimiento CTE-DB-HS 5: Evacuación de aguas.....	230
1.1. Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales.....	230
1.1.1. Dimensionado de los desagües de los aparatos	230
1.1.2. Dimensionado de los ramales colectores	231
1.1.3. Dimensionado de las bajantes.....	233
1.1.4. Dimensionado del colector horizontal.....	234
1.1.5. Dimensionado de las arquetas	235
1.1.6. Ventilación	236
1.2. Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales.....	236
1.2.1. Determinación de la intensidad pluviométrica	236
1.2.2. Determinación del número de sumideros	236
1.2.3. Determinación del diámetro del canalón	236
1.2.4. Dimensionado de colectores	237

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades de descarga de los aparatos sanitarios.....	230
Tabla 2. Unidades de descarga para la planta baja.....	230
Tabla 3. Unidades de descarga para los pisos 1-8.....	230
Tabla 4. Unidades de descarga para la bajo cubierta.	231
Tabla 5. Diámetros ramales colectores.....	231
Tabla 6. Diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante para la planta baja.	231
Tabla 7. Diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante para los pisos 1-8.	232
Tabla 8. Diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante para la bajo cubierta.	233
Tabla 9. Diámetro de las bajantes en función del número de plantas del edificio y el número de unidades de descarga.....	234
Tabla 10. Unidades de descarga por bajante para todas las plantas del edificio.	234
Tabla 11. Diámetro de las bajantes según las unidades de descarga máxima por planta.....	234
Tabla 12. Diámetro de los colectores horizontales.....	235
Tabla 13. Dimensionado de las arquetas.....	235
Tabla 14. Intensidad pluviométrica.	236

Tabla 15. Numero de sumideros en función de la superficie de la cubierta en proyección horizontal.	236
Tabla 16. Diámetro del canalón en función dela pendiente de este y de la máxima superficie de cubierta en proyección horizontal.....	237
Tabla 17. Diametro nominal de la bajante en funcion de la superficie en proyeccion horizontal servida.	237

1. Cumplimiento CTE-DB-HS 5: Evacuación de aguas

1.1. Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales

Según el CTE-DB-HS 5: Evacuación de aguas los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

1.1.1. Dimensionado de los desagües de los aparatos

En la tabla 4.1 del CTE-DB-HS 5 se especifica las unidades de desagüe correspondientes a los distintos aparatos sanitarios, así como los diámetros mínimos de sifón y derivación individual.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe (uso privado)	Diámetro mínimo sifón y derivaciones individuales (mm)
Lavabo	1	32
Bidé	2	32
Ducha	2	40
Bañera	3	40
Inodoro con cisterna	4	100
Fregadero de cocina	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40

Tabla 1. Unidades de descarga de los aparatos sanitarios

A partir de la tabla anterior se van a definir las unidades de descarga de cada tipo de aparato que hay en las plantas del edificio y el diámetro mínimo de sifón y derivación infibula.

1.1.1.1. Planta baja

	Unidades de descarga	Ø(mm)
Lavabo	1	32
Inodoro con cisterna	4	100
Fregadero de cocina	3	40

Tabla 2. Unidades de descarga para la planta baja.

1.1.1.2. Pisos 1-8

	Unidades de descarga	Ø(mm)
Lavabo	1	4
Inodoro con cisterna	4	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40

Tabla 3. Unidades de descarga para los pisos 1-8.

1.1.1.3. Bajo cubierta

	Unidades de descarga	Ø(mm)
Lavabo	1	4
Inodoro con cisterna	4	100
Bidé	2	32
Bañera de menos de 1,4 metros	3	40
Lavadora domestica	3	40

Tabla 4. Unidades de descarga para la bajo cubierta.

1.1.2. Dimensionado de los ramales colectores

Con el máximo número de unidades de descarga por planta y con la pendiente se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1%	2%	4%	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1150	1680	200

Tabla 5. Diámetros ramales colectores.

1.1.2.1. Planta baja

	Aparatos sanitarios	Unidades de descarga	Ø(mm)
Aseo adaptado	Lavabo	5	100
	Inodoro con cisterna		
Aseo femenino	Lavabo	5	100
	Inodoro con cisterna		
Aseo masculino	Lavabo	5	100
	Inodoro con cisterna		
Cocina	Fregadero de cocina	6	50
	Fregadero de cocina		

Tabla 6. Diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante para la planta baja.

1.1.2.2. Pisos 1-8

	Aparatos sanitarios	Unidades de descarga	Ø(mm)
Baño hab-1	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Baño hab-2	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Baño hab-3	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Baño hab-4	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Baño hab-5	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Baño hab-6	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Baño hab-7	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Baño hab-8	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Baño hab-9	Lavabo	8	100
	Inodoro con cisterna		
	Bañera		

Tabla 7. Diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante para los pisos 1-8.

1.1.2.3. Bajo cubierta

	Aparatos sanitarios	Unidades de descarga	Ø(mm)
Aseo hab-1	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Aseo hab-2	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Aseo hab-3	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Aseo hab-4	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Aseo hab-5	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Aseo hab-6	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Vestuario masculino	Lavabo	10	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
Vestuario femenino	Lavabo	13	100
	Inodoro con cisterna		
	Bidé		
	Bañera		
	Lavadora		

Tabla 8. Diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante para la bajo cubierta.

1.1.3. Dimensionado de las bajantes

El dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería.

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Máximo número de UD	Máximo número de UD en cada ramal	Diámetro (mm)
25	6	50
38	9	63
53	13	75
280	53	90
740	134	110
1100	200	125
2240	400	160
3600	600	200
5600	1000	250
9240	1650	315

Tabla 9. Diámetro de las bajantes en función del número de plantas del edificio y el número de unidades de descarga.

	Planta baja	1º piso	2º piso	3º piso	4º piso	5º piso	6º piso	7º piso	8º piso	Bajo cubierta
B1	15	10	10	10	10	10	10	10	10	0
B2	6	10	10	10	10	10	10	10	10	20
B3	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0
B4	0	10	10	10	10	10	10	10	10	20
B5	0	10	10	10	10	10	10	10	10	23
B6	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
B7	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0
B8	0	18	18	18	18	18	18	18	18	10

Tabla 10. Unidades de descarga por bajante para todas las plantas del edificio.

	Unidades de descarga máximas	Diámetro bajante (mm)
B1	15	50
B2	20	50
B3	10	50
B4	20	50
B5	23	50
B6	10	50
B7	10	50
B8	18	50

Tabla 11. Diámetro de las bajantes según las unidades de descarga máxima por planta

Según la tabla 4.4 del CTE-DB-HS 5: Evacuación de aguas, todas las bajantes del edificio tienen que tener un diámetro de 50 milímetros, pero dado que a todas las bajantes se les conecta un inodoro el diámetro de todas las bajantes del hotel deberá ser de 110 milímetros.

1.1.4. Dimensionado del colector horizontal

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la tabla 4.5 en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1%	2%	4%	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1056	1300	160
1600	1920	2300	200
2900	3500	4200	250
5710	6920	8290	315
8300	10000	12000	350

Tabla 12. Diámetro de los colectores horizontales.

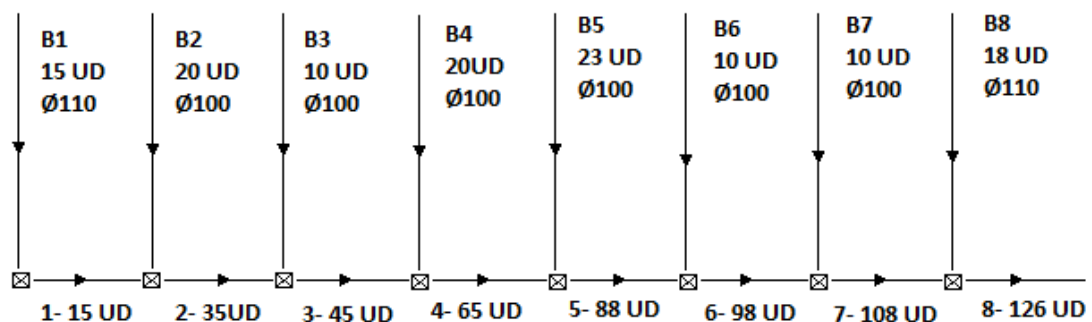


Ilustración 1. Dimensionado de los colectores horizontales

El diámetro de los colectores horizontales tiene que ser de 110 milímetros debido al inodoro y que en ningún tramo se supera las 321 unidades de descarga, que son las necesarias para que teniendo una pendiente del 2% los diámetros de los colectores tengan que ser mayores de 110 milímetros.

1.1.5. Dimensionado de las arquetas

En la tabla 4.13 del CTE-DB-HS 5: Evacuación de aguas, se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

	Diámetro del colector de salida (mm)				
	100	150	200	250	300
L x A (cm)	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70

Tabla 13. Dimensionado de las arquetas.

Todos los colectores tienen un diámetro de 110 milímetros por lo tanto las dimensiones de las arquetas serán de ser 50x50 centímetros.

1.1.6. Ventilación

La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se conecte una columna de ventilación secundaria. Las bajantes se prolongan un metro de altura por encima del nivel de la cubierta.

1.2. Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales

1.2.1. Determinación de la intensidad pluviométrica

Para la evacuación de aguas es necesario conocer en que isoyeta se encuentra Logroño y en qué zona para la obtención de la intensidad pluviométrica la cual se obtiene de la figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas del CTE-DB-HS 5.

Intensidad pluviométrica i (mm/h)					
Isoyeta	10	20	30	40	50
Zona A	30	65	90	125	155
Zona B	30	50	70	90	110

Tabla 14. Intensidad pluviométrica.

Logroño pertenece a una Zona A y a una isoyeta 30 por lo que le corresponde una intensidad pluviométrica de 90 (mm/h). Todas las tablas están referidas a 100 mm/h.

$$f = \frac{90}{100} = 0,9$$

1.2.2. Determinación del número de sumideros

Para calcular el número de sumideros es necesario conocer la superficie de la cubierta en proyección horizontal. La superficie de la cubierta en proyección horizontal es 225 m². Esta superficie se multiplica por el factor de corrección 0,9 obtenido de los datos de la intensidad pluviométrica para Logroño.

$$S = 225 \times 0,9 = 202,5 \text{ m}^2$$

Superficie de cubierta en proyección horizontal	Numero de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S > 500$	1 cada 150

Tabla 15. Numero de sumideros en función de la superficie de la cubierta en proyección horizontal.

Por lo tanto, son necesarios 4 sumideros para la cubierta. Que coincide con lo que se tiene en el edificio.

1.2.3. Determinación del diámetro del canalón

En el edificio hay cuatro canalones que reparten la superficie de la cubierta la cual es de 225 m². Por lo tanto La superficie a cubrir por cada canalón es de 56,25 m² multiplicado por el factor de corrección.

$$S = 56,25 \times 0,9 = 50,61 \text{ m}^2$$

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0,5 %	1%	2%	4%	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 16. Diámetro del canalón en función de la pendiente de este y de la máxima superficie de cubierta en proyección horizontal.

Con una pendiente del 2% y una superficie de 50,61 m² el diámetro nominal de canalón es de 100 milímetros.

1.2.3.1. Dimensionado de las bajantes

Para calcular el diámetro de las bajantes es necesario conocer la superficie en proyección horizontal servida por cada una. Por ello se divide el área de la cubierta entre el número de sumideros y se multiplica por el factor de corrección. El diámetro de las bajantes será de 63 milímetros.

$$\frac{225}{4} = 56,25 \text{ m}^2 ; 56,25 \times 0.9 = 50,6 \text{ m}^2$$

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

Tabla 17. Diámetro nominal de la bajante en función de la superficie en proyección horizontal servida.

La bajantes de aguas pluviales tiene un diámetro nominal de 50 milímetros.

1.2.4. Dimensionado de colectores

En el edificio hay cuatro bajantes con un diámetro de 50 milímetros y con una superficie en proyección horizontal servida de 50,6 m². La superficie de la cubierta en proyección horizontal con el factor de corrección aplicado es de 202,5 m², con una pendiente del colector del 2% se obtiene un diámetro de colector de 110 milímetros.

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
1%	2%	4%	
125	178	253	90
229	323	253	110
310	440	620	125
614	862	1228	160
1070	1510	2140	200
1920	2710	2314	250
2016	4589	3850	315

Ilustración 2. Diámetro nominal colector aguas pluviales en función de la pendiente de este y de la superficie proyectada de la cubierta.

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN HOTEL
SITUADO EN LOGROÑO

PLANOS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL

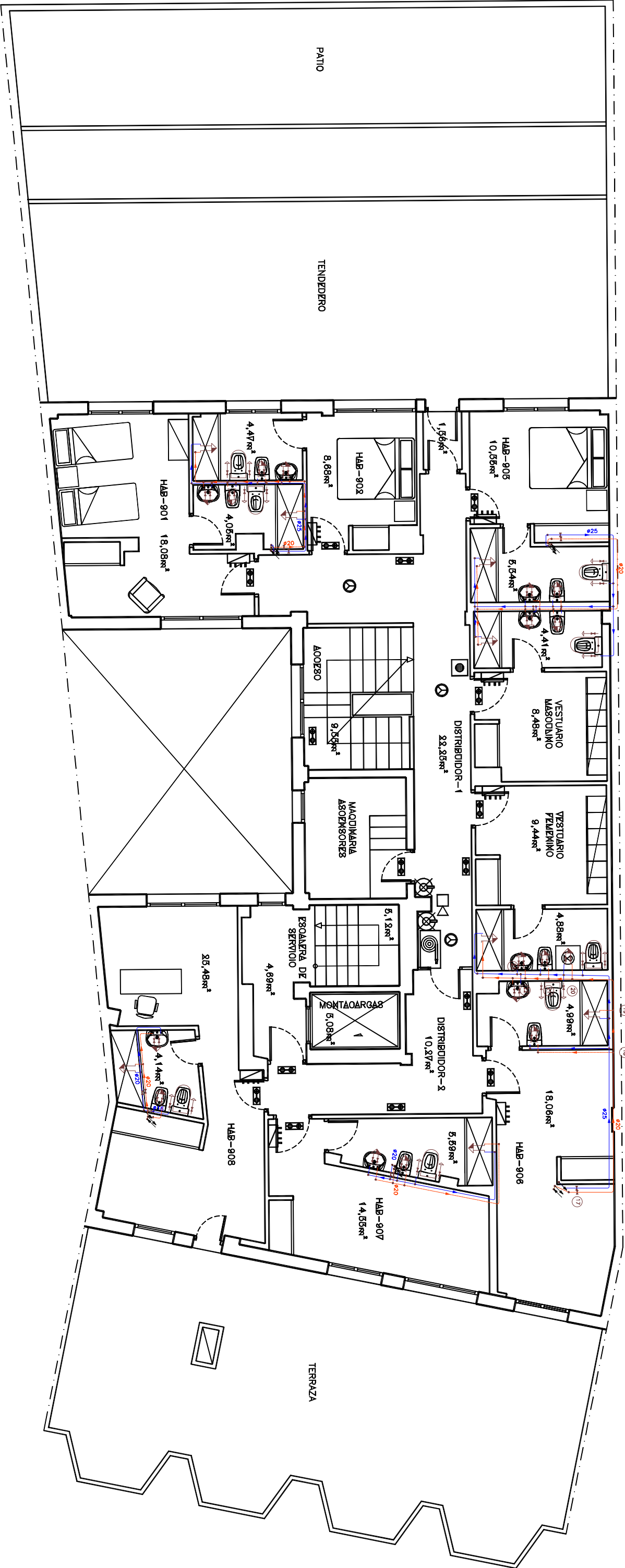


Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.

Autor: Tatiana Bozalongo Rodríguez.



ÍNDICE PLANOS

1. Intalación suminitro de agua	240
1.1. Bajo cubierta	240
1.2 Pisos 1-8	241
1.3 Planta baja	242
1.4. Sótano.....	243
2. Instalación evacuación de aguas.....	244
2.1. Cubierta.....	245
2.2. Bajo cubierta	246
2.3. Pisos 1-8	247
2.4. Planta baja	248
2.5. Sótano.....	249
3. Intalación solar térmica	250
3.1. Cubierta.....	251
3.2. Bajo cubierta	252
4. Instalación de climatización	253
4.2. Bajo cubierta	254
4.3. Pisos 1-8	255
4.4. Planta baja	256



Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua caliente con presión más desfavorable
	Llave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Consumo con hidromezclador (Ducha, Baño, WC)
	Consumo de agua fría
	Punto de consumo con mayor caída de presión
	Tubería ascendente
	Tubería descendente


Diámetros utilizados en la instalación interior	
Retorno de agua caliente	20 mm
Bidé (Bd)	16 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	16 mm
Bañera de menos de 1,40 m (Bap)	20 mm
Lavabo (Lvb)	16 mm
Lavadora doméstica (Lo)	20 mm

	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica	
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo		
Compr.ob.				
U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general		
Escala	TRABAJO FIN DE GRADO			
1:150	Instalación suministro de agua			
PROYECCION				
				
				Código referencia: 1.20
				Número de plano: 1
				Sustituye a:
				Sustituido por:

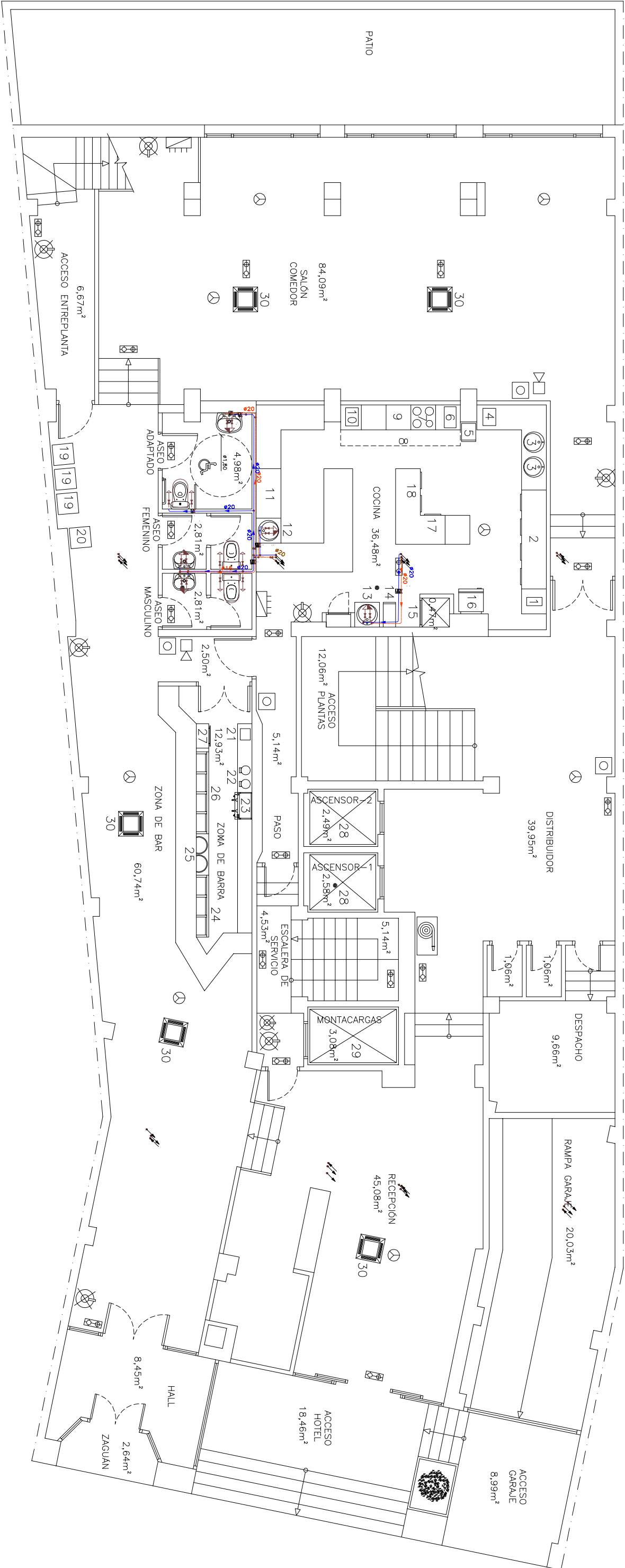


Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua caliente con presión más desfavorable
	Llave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Consumo con hidromezclador (Ducha, Bañero)
	Consumo de agua fría
	Punto de consumo con mayor caída de presión
	Tubería ascendente
	Tubería descendente

Diámetros utilizados en la instalación interior	
Retorno de agua caliente	20 mm
Bidé (Bd)	16 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	16 mm
Bañera de menos de 1,40 m (Bap)	20 mm
Lavabo (lvb)	16 mm
Lavadora doméstica (Lo)	20 mm


	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica	
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo		
Comprob.				
U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general		
Escala	TRABAJO FIN DE GRADO			
1:150	Instalación suministro de agua			
PROYECCION	Pisos 1-8			
	Código referencia: 2.20			
	Número de plano: 2			
	Sustituye a:			
	Sustituido por:			



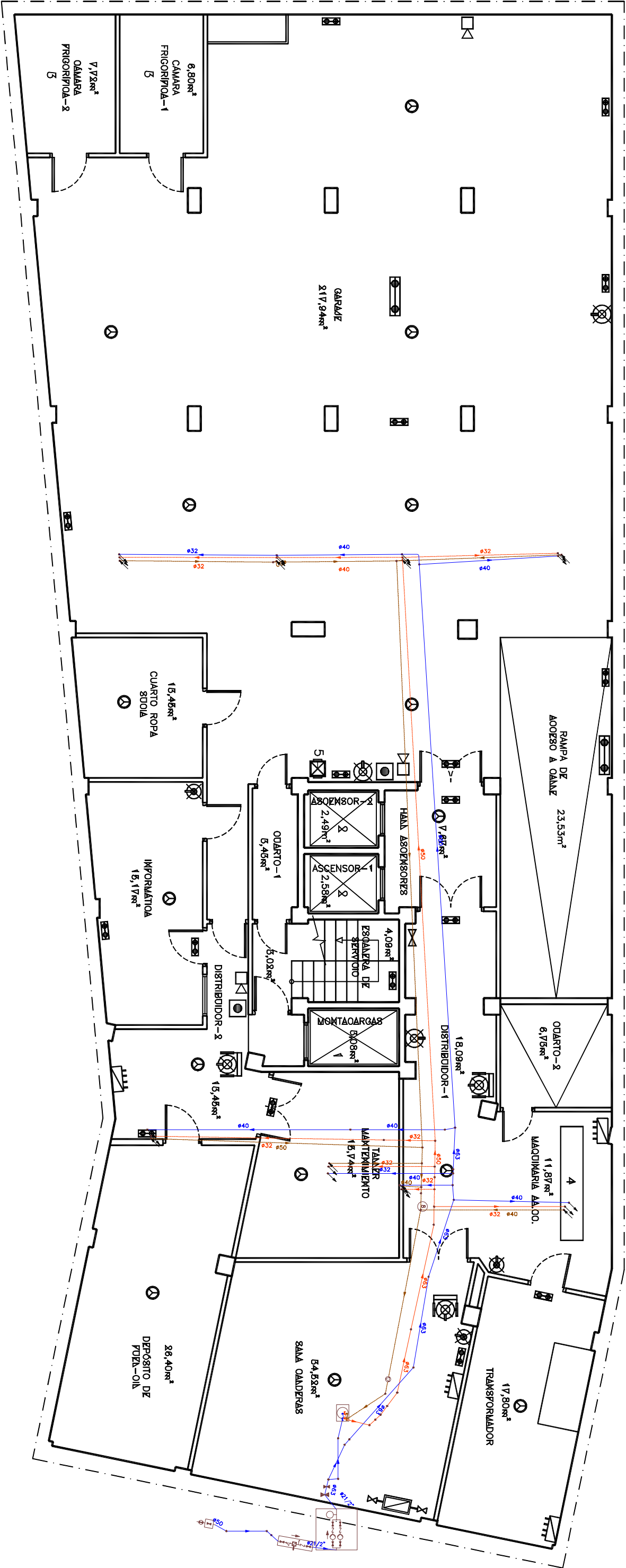


Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua caliente con presión más desfavorable
	Llave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Consumo con hidromezclador (Ducha, Baño)
	Consumo de agua fría
	Punto de consumo con mayor cõda de presión
	Tubería ascendente
	Tubería descendente

Diámetros utilizados en la instalación interior	
Retorno de agua caliente	20 mm
Bidé (Bd)	16 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	16 mm
Bañera de menos de 1,40 m (Bap)	20 mm
Lavabo (lvb)	16 mm
Lavadora doméstica (Lo)	20 mm



	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo		
Comprob.				
U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general		
Escala	TRABAJO FIN DE GRADO			
1:150	Código referencia: 3.20			
PROYECCION	Número de plano: 3			
	Sustituye a:			
	Sustituido por:			
	Instalación suministro de agua			
	Planta baja			

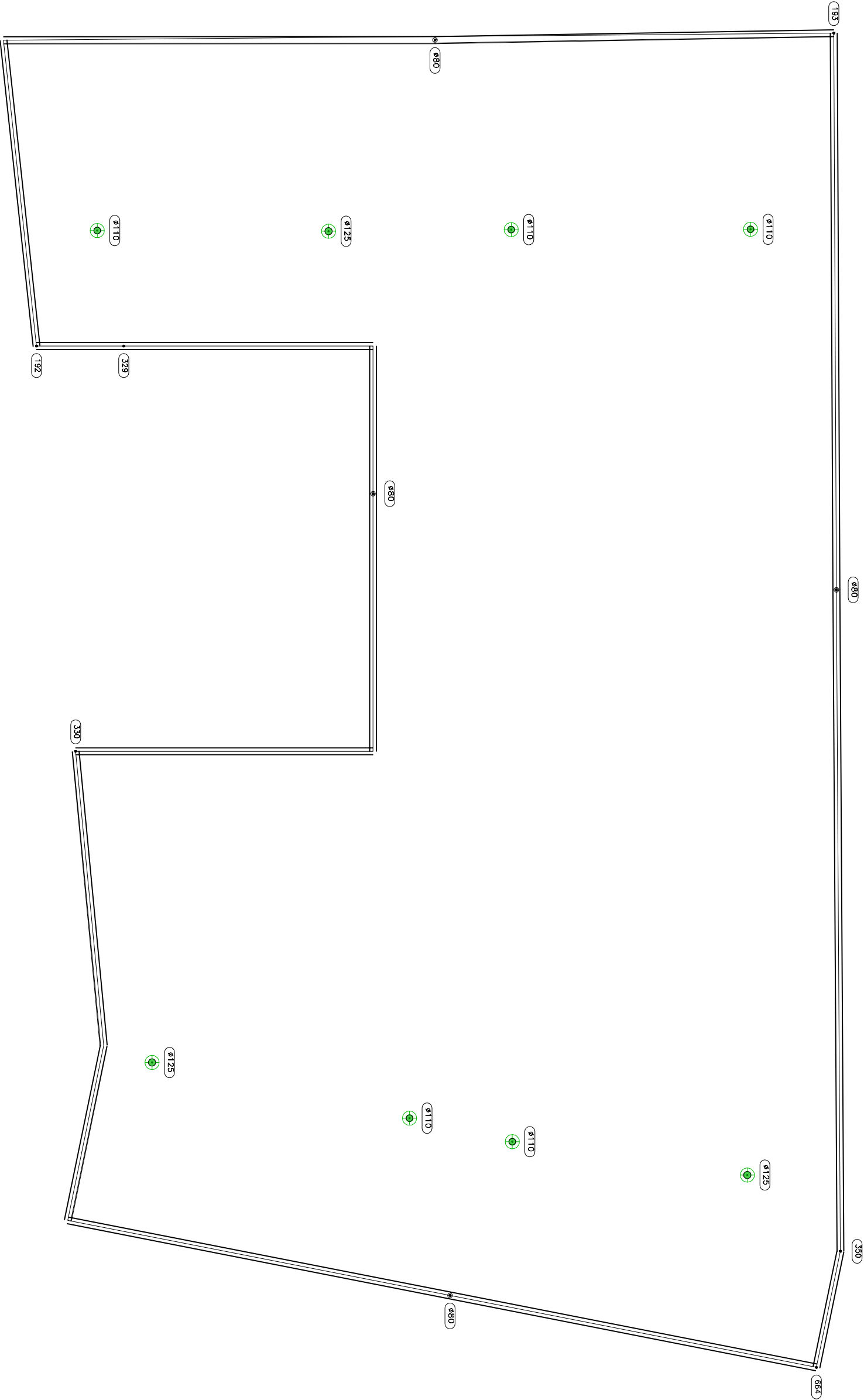




Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua caliente con presión más desfavorable
	Llave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Consumo con hidromezclador (Ducha, Bañero)
	Consumo de agua fría
	Punto de consumo con mayor caída de presión
	Tubería ascendente
	Tubería descendente

Diámetros utilizados en la instalación interior	
Retorno de agua caliente	20 mm
Bidé (Bd)	16 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	16 mm
Bañera de menos de 1,40 m (Bap)	20 mm
Lavabo (Lvb)	16 mm
Lavadora doméstica (Lo)	20 mm

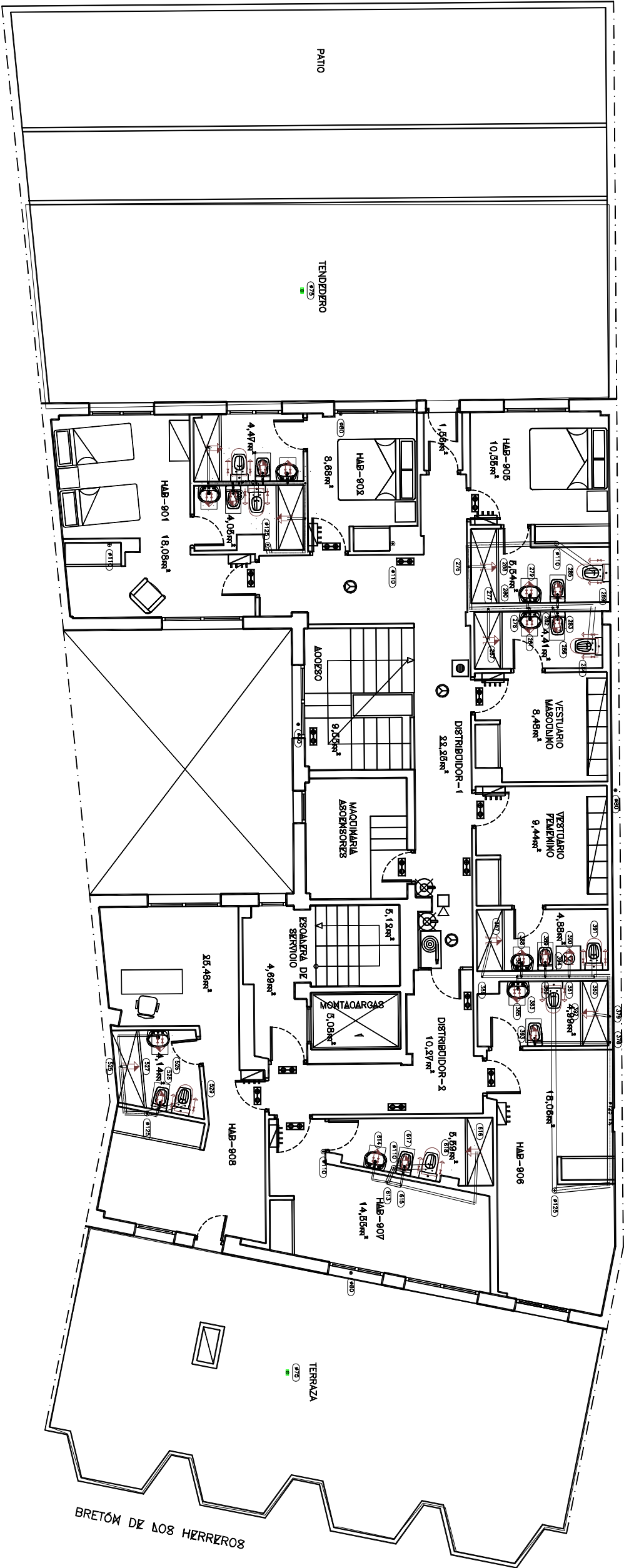
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica	
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo		
Comprob.				
U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general		
Escala	TRABAJO FIN DE GRADO			Código referencia: 4.20
1:150	Instalación suministro de agua			Número de plano: 4
PROYECCION	Sótano			Sustituye a:
				Sustituido por:



<div><div></div><div>Simbología</div></div>		<div><div></div><div>Simbología</div></div>	
<div><div></div><div>Terminal de dirección</div></div>		<div><div></div><div>Canalón</div></div>	


Escala		Fecha		Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
Dibujado		3-7-2017		Tatiana Bozalongo		UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Comprob.						Ingeniería Mecánica	
U.S.Norm.		U.N.E		Tolerancia general			


Escala		TRABAJO FIN DE GRADO		Código referencia: 5.20	
1:150		Instalación evacuación de agua		Número de plano: 5	
PROYECCION		Cubierta		Sustituye a:	
<div><div></div><div></div></div>				Sustituido por:	



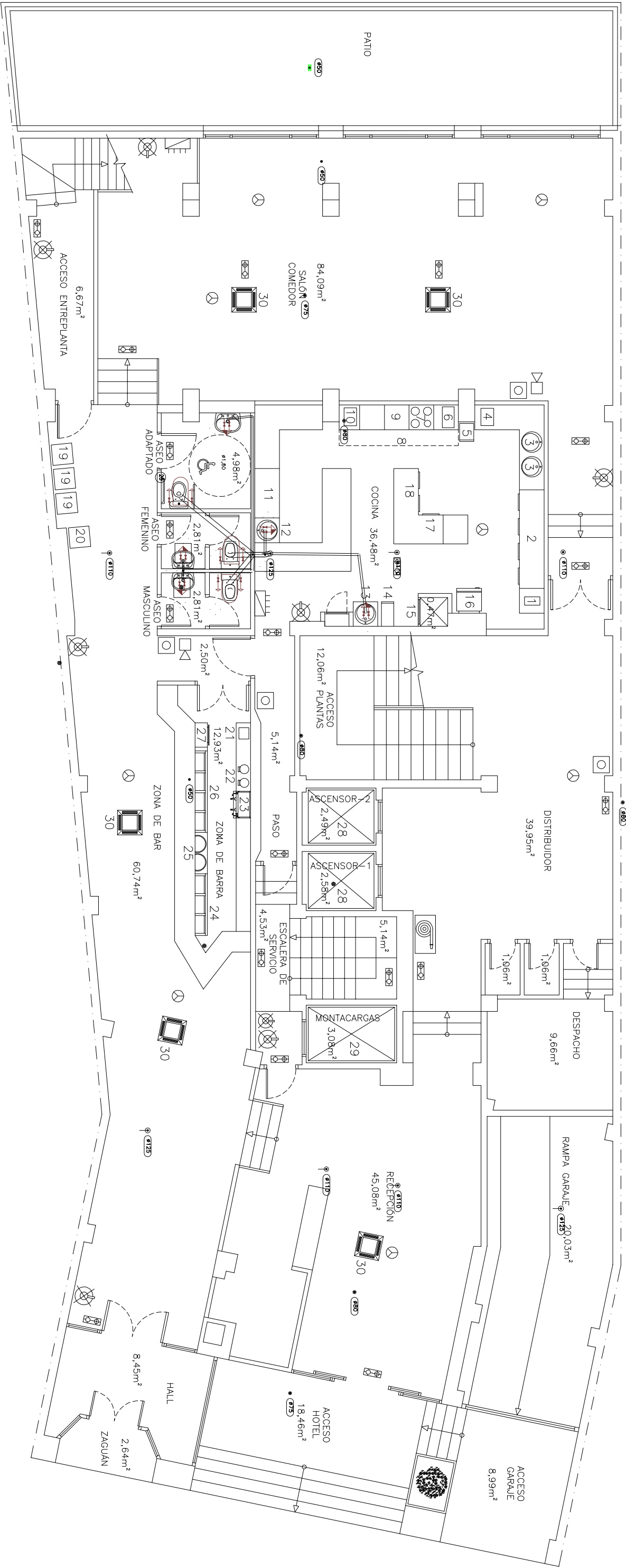
Simbología	
	Colector maestro de aguas residuales
	Consumo con hidromezclador
	Bañera / Ducha
	Inodoro con cisterno

Diámetros utilizados en la red de pequeña evacuación	
Lavabo (Lvb)	40 mm
Bañera (con o sin ducha) (Bo)	50 mm
Bidé (Bd)	40 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	110 mm
Lavadora (Lvr)	50 mm

	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo	
Comprob.			
U.S.Norm.:	U.N.E	Tolerancia general	
Escala	TRABAJO FIN DE GRADO		
1:150	Instalación evacuación de aguas		Código referencia: 11.20
PROYECCION	Bajo cubierta		Número de plano: 11
			Sustituye a:
			Sustituido por:








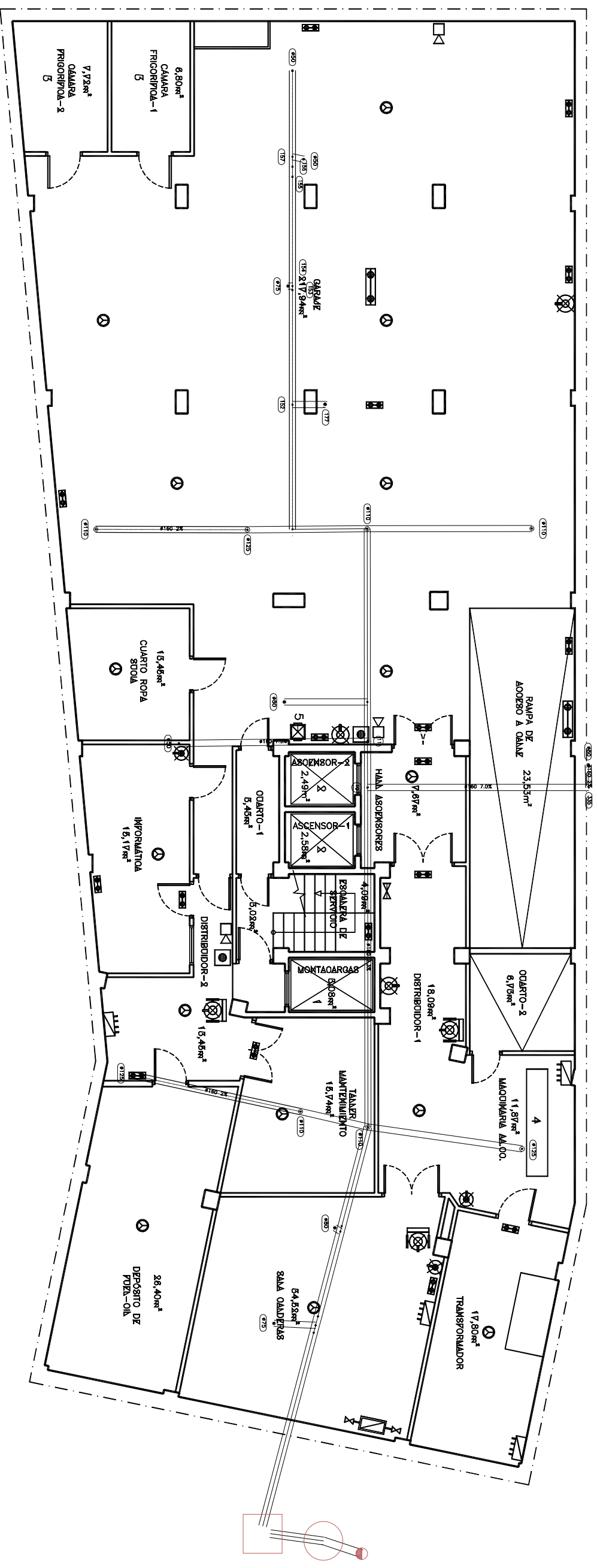
PLANTA BAJA






Simbología	
	Colector maestro de aguas residuales
	Consumo con hidromezclador
	Bañera / Ducha
	Inodoro con cisterno



Diámetros utilizados en la red de pequeña evacuación	
Lavabo (Lvb)	40 mm
Bañera (con o sin ducha) (Bo)	50 mm
Bidé (Bd)	40 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	110 mm
Lavadora (Lvr)	50 mm

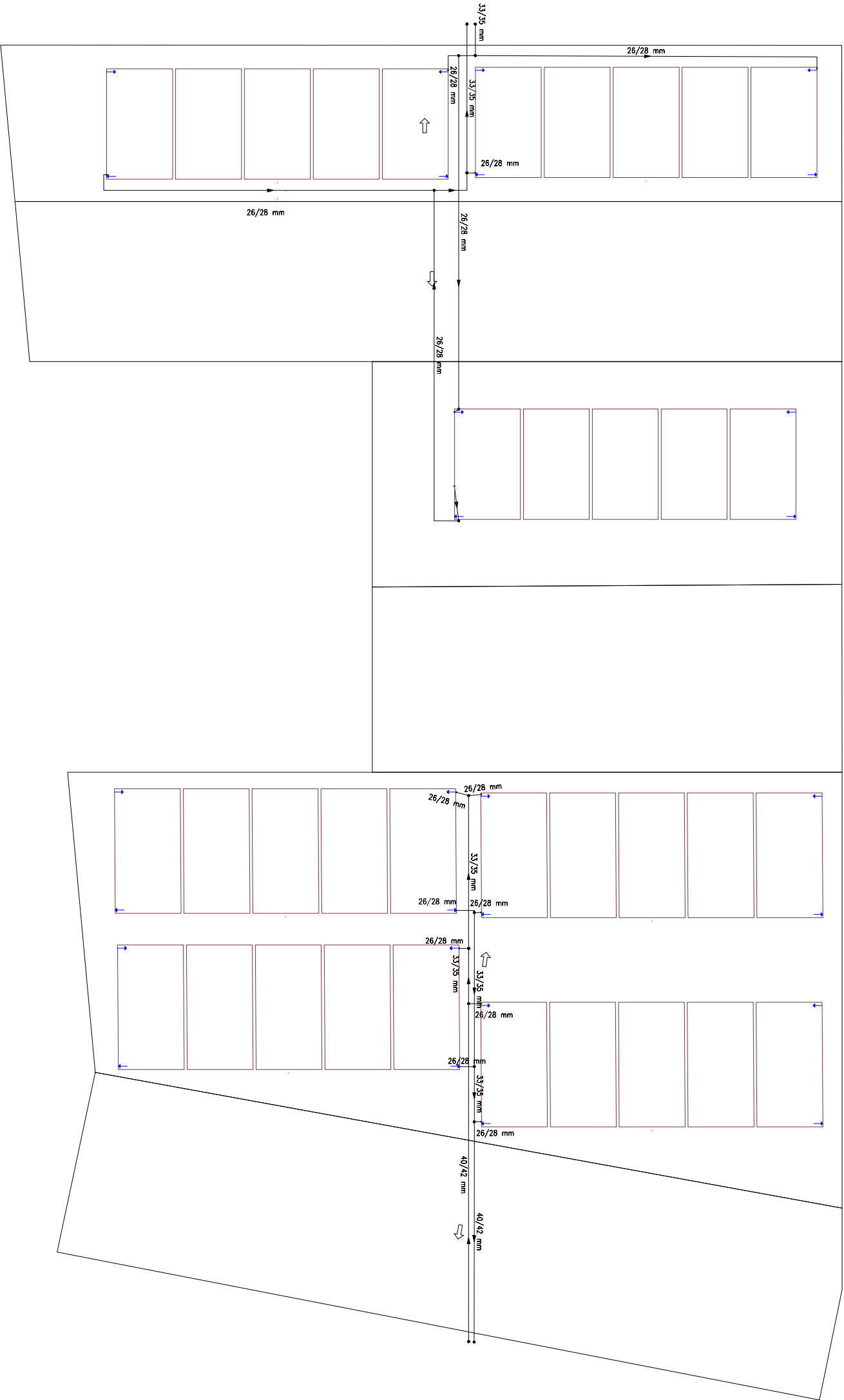
	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica
	Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo	
	Comprob.			
	U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general	
Escala	TRABAJO FIN DE GRADO			
1:150	Instalación evacuación de aguas			
PROYECCION	Planta baja			
				
	Código referencia: 8.20			
	Número de plano: 8			
	Sustituye a:			
	Sustituido por:			





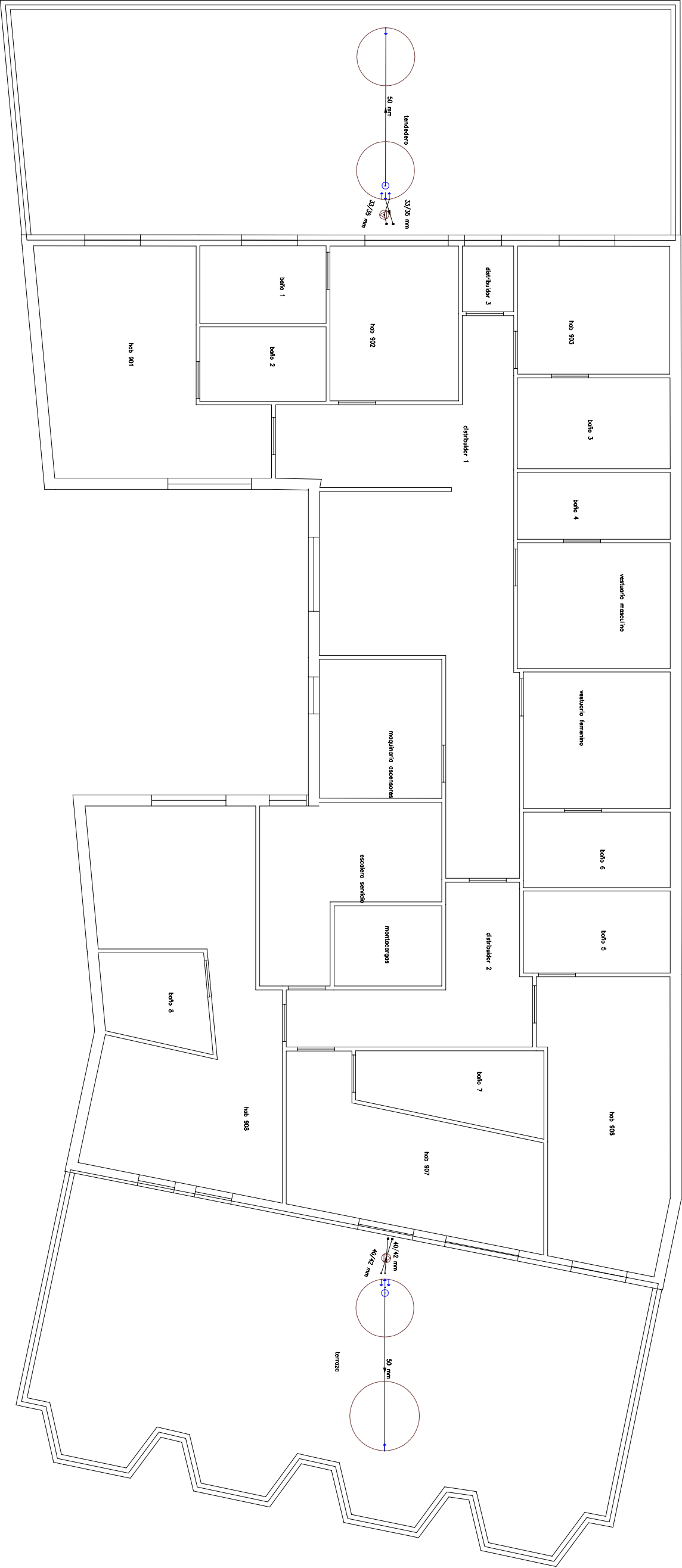
Simbología	
	Conexión con la red general de saneamiento
	Colector maestro de aguas pluviales y residuales
	Pozo de registro
	Colector maestro de aguas residuales
	Arqueto


	Fecha	Nombre	<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</p> <p>UNIVERSIDAD DE LA RIOJA</p> <p>Ingeniería Mecánica</p> 
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo	
Comprob.			
U.S.Norm.:	U.N.E	Tolerancia general	
Escala	1:150		
<p>TRABAJO FIN DE GRADO</p> <p>Instalación evacuación de aguas</p> <p>Sótano</p>			<p>Código referencia: 9.20</p> <p>Número de plano: 9</p> <p>Sustituye a:</p> <p>Sustituido por:</p>
			




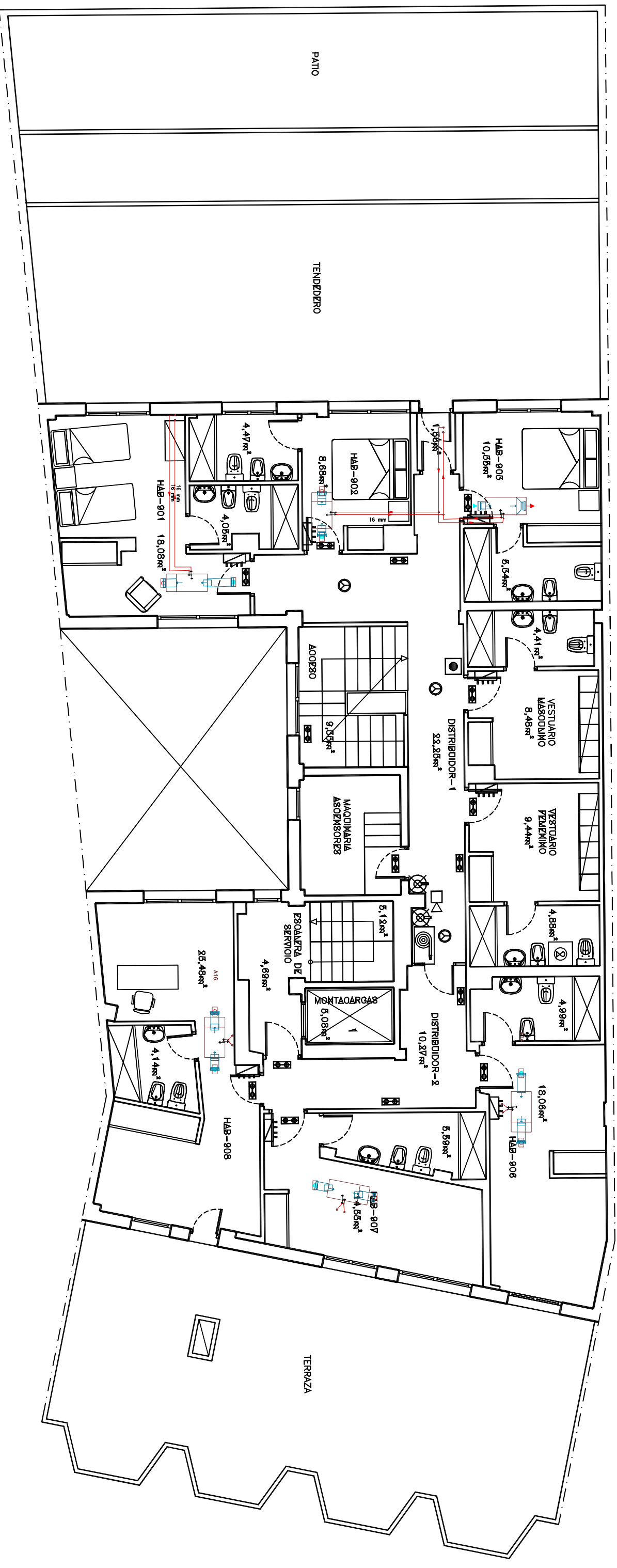
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo	
Comprob.			
U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general	

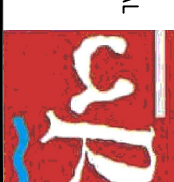

PROYECCION		Código referencia: 10.20	
1:150		Número de plano: 10	
Instalación solar térmica		Sustituye a:	
Cubierta		Sustituido por:	

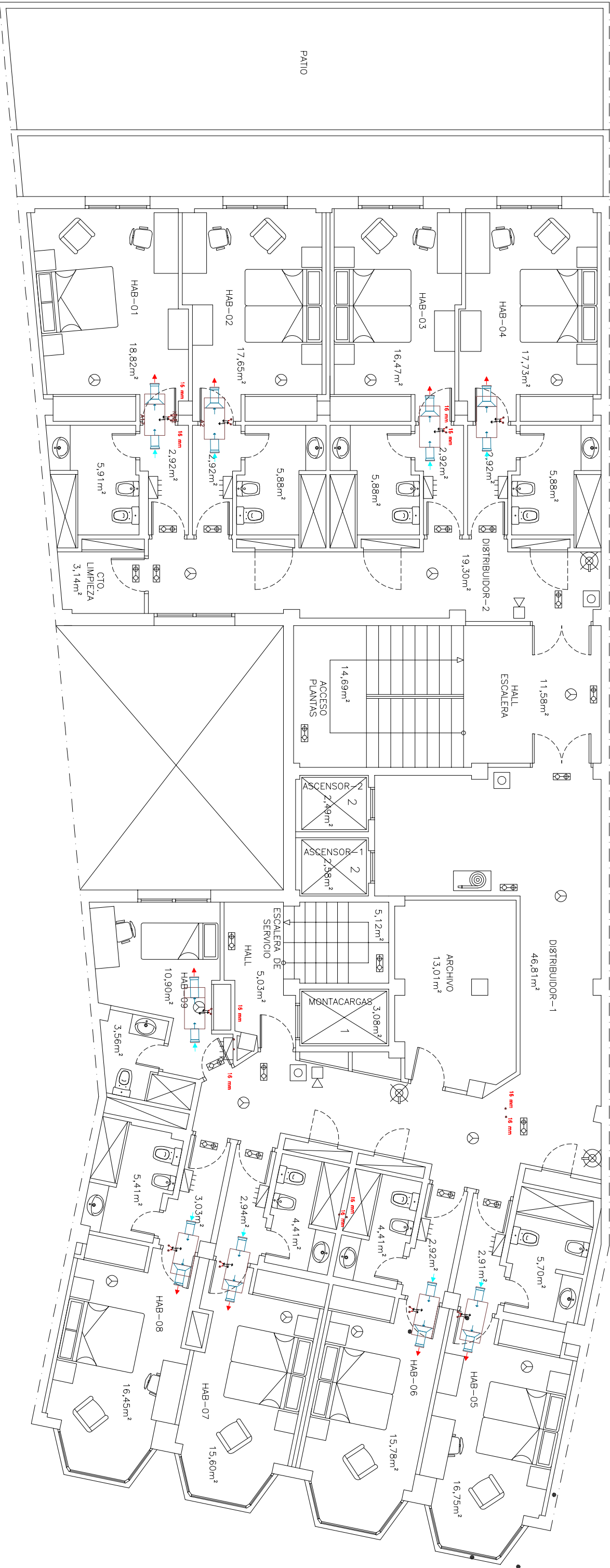


	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica	
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo		
Compr.ob.				
U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general		

Escala	TRABAJO FIN DE GRADO		Código referencia: 11.20
1:150	Instalación solar térmica		Número de plano: 11
PROYECCION	Bajo cubierta		Sustituye a:
			Sustituido por:



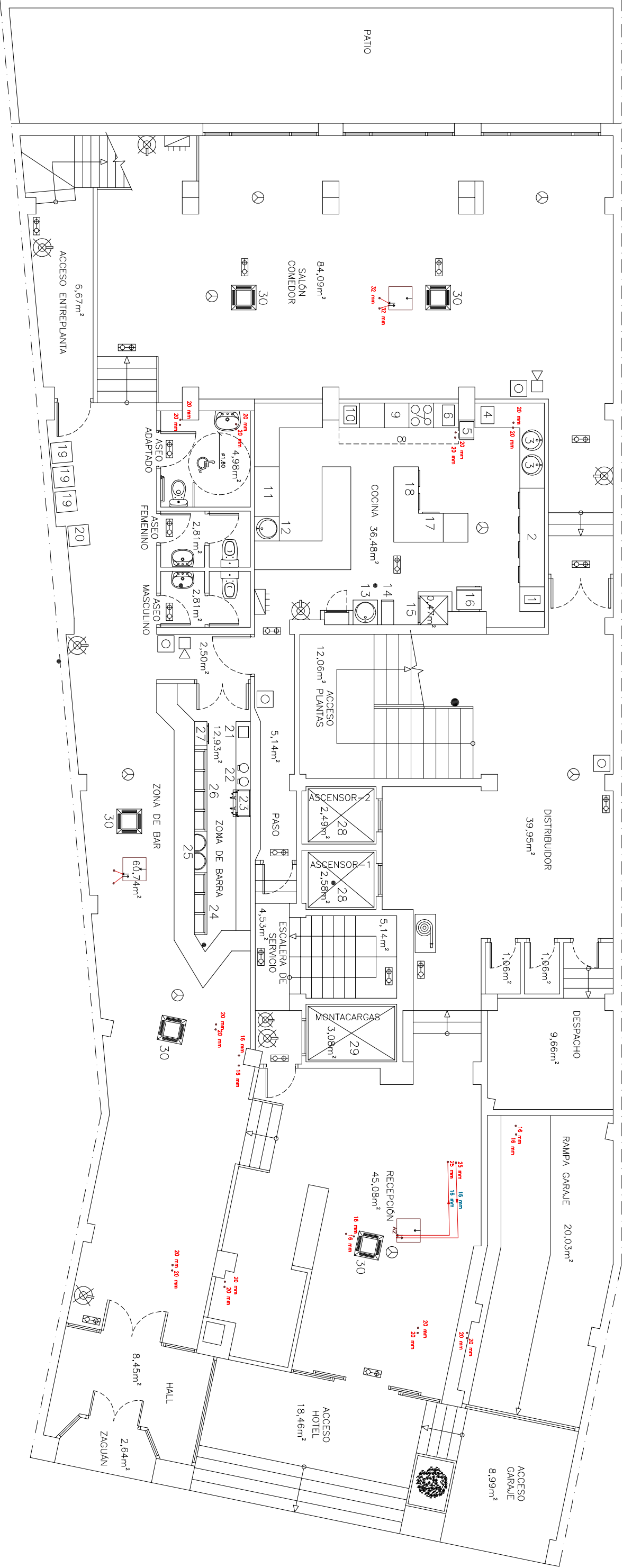
	Fecha	Nombre	<div>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</div> <div>UNIVERSIDAD DE LA RIOJA</div> <div>Ingeniería Mecánica</div> <div></div>
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo	
Comprob.			
U.S.Norm.:	U.N.E	Tolerancia general	
Escala	TRABAJO FIN DE GRADO		
1:150	Instalación climatización		Código referencia: 12.20
PROYECCION	Bajo cubierta		Número de plano: 12
			Sustituye a:
			Sustituido por:




	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo	
Comprob.			
U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general	

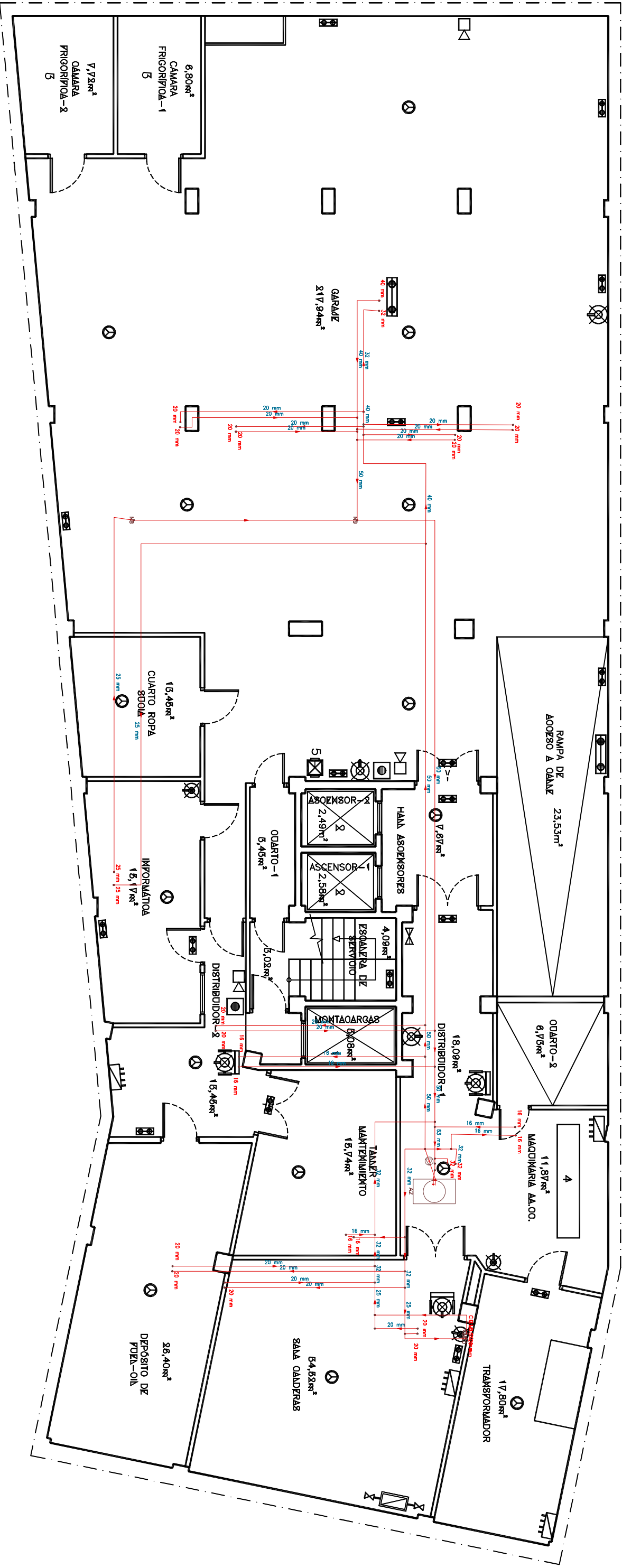
Escala		TRABAJO FIN DE GRADO		Código referencia: 13.20	
1:150		Instalación climatización		Número de plano: 13	
PROYECCION		Pisos 1-8		Sustituye a:	
				Sustituido por:	





	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica	
Dibujado	3-7-2017	Tatiana Bozalongo		
Comprob.				
U.S.Norm.	U.N.E	Tolerancia general		

Escala	TRABAJO FIN DE GRADO			Código referencia: 15.20
1:150	Instalación climatización			Número de plano: 15
PROYECCION	Planta baja			Sustituye a:
				Sustituido por:



	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Ingeniería Mecánica
	Dibujado	Tatiana Bozalongo	
	Comprob.		
	U.S.Norm.	U.N.E	
Tolerancia general			



Escala	TRABAJO FIN DE GRADO		Código referencia: 16.20
1:150	Instalación climatización		Número de plano: 16
PROYECCION	Sótano		Sustituye a:
			Sustituido por: